**Mircea TERO, Bogdan BUCUR, Gheorghe BRATU**

# DESEN TEHNIC

# Cuprins


Reprezentarea unui corp în geometria descriptivă ..... 4
DESEN TEHNIC ..... 6
Linia în desenul tehnic ..... 6
Scrierea standardizată ..... 6
Scări de reprezentare ..... 8
Formate de desen ..... 9
Elementele grafice ale formatului de desen ..... 9
Indicatorul ..... 11
Indicatorul redus ..... 11
Tabelul de componenţă ..... 12
Haşurarea în desenul tehnic ..... 13
Reprezentări în desenul tehnic ..... 14
Vederea ..... 15
Detaliul ..... 19
Secţiunea ..... 20
Cotarea în desenul tehnic ..... 29
Reprezentarea unor organe de maşină ..... 49
Asamblări filetate ..... 49
Nituri ..... 52
Arcuri ..... 53
Caneluri ..... 54
Pene şi canale de pană ..... 55
Asamblări prin sudură ..... 56
Rulmenţi ..... 57
Angrenaje ..... 57
Precizia dimensională ..... 63
Precizia formei ..... 65
Precizia poziţiei suprafeţelor ..... 67
Precizia microgeometriei suprafeţelor ..... 69
Acoperirea suprafeţelor ..... 71
Desenul de ansamblu ..... 73
ANEXE ..... 75

# PREFAȚĂ

Lucrarea de faţă este destinată studenţilor secţiilor de inginerie, care pe parcursul anului I de studiu, au în planul de învăţământ disciplina de "Desen tehnic". Scopul acestei forme de prezentare a lucrării (varianta on-line) este de facilita studenţilor dependenţi de mijloacele de comunicare electronice moderne - începând cu cel mai simplu telefon prevăzut cu cameră foto şi terminând cu cel mai avansat laptop miniatural - un acces rapid la informaţie.

În cazul de faţă, informaţia constă în totalitatea regulilor care guvernează desenul tehnic. Lucrarea de faţă există şi sub formă tipărită (Tero,M., Bucur,B. şi Bratu,G. - "Geometrie descriptivă şi desen tehnic", Editura Napoca Star, Cluj-Napoca, 2013) dar s-a constatat un interes scăzut pentru această formă de prezentare, studenţii preferând să fotografieze cu telefonul din dotare, paginile cu regulile de desen din carte. Ca să nu-şi încarce inutil memoria de pe cartela SIM a telefonului (păstrând-o pentru selfi-uri şi videoclipuri) am decis să le oferim studenţilor varianta on-line a cursului, păstrând numerotarea figurilor din carte.

Avem speranţa că soluţia aceasta de prezentare a regulilor de desen va fi pe placul studenţilor care studiază ingineria permiţându-le astfel o mai bună pregătire de specialitate.

# Reprezentarea unui corp în geometria descriptivă

Obiectul din **Fig.8** este proiectat pe cele trei plane, proiectând de fapt punctele, dreptele şi planele din care este compus obiectul, după care aceste plane sunt rabătute în plan vertical.

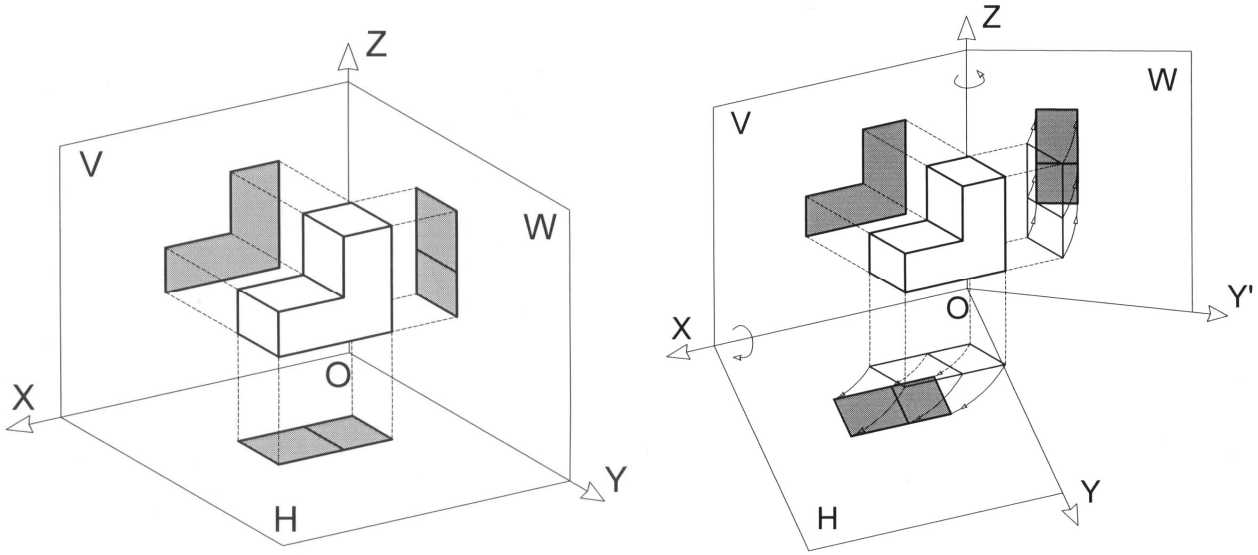



**Fig.8. Obiect tridimensional**

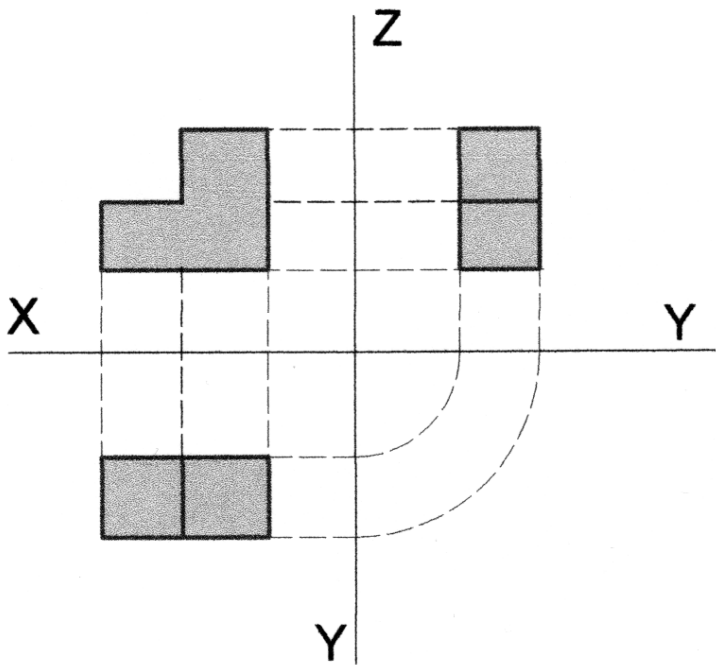



**Fig.9. Epura obiectului**

Rabatând planele de proiecţie peste planul V vom obţine **epura** obiectului (**Fig.9**) adică o imagine plană a unui obiect tridimensional. Oricine cunoaşte modul de dispunere a proiecţiilor va putea recompune mental forma tridimensională a obiectului bazându-se doar pe aceste proiecţii pe plan. Pentru a preciza mărimea piesei, proiecţiile vor fi însoţite de cote care să evidenţieze dimensiunile liniare şi unghiulare ale suprafeţelor care compun obiectul. Deci obiectul de mai sus va fi desenat de către ingineri întocmai ca în **Fig.10.**

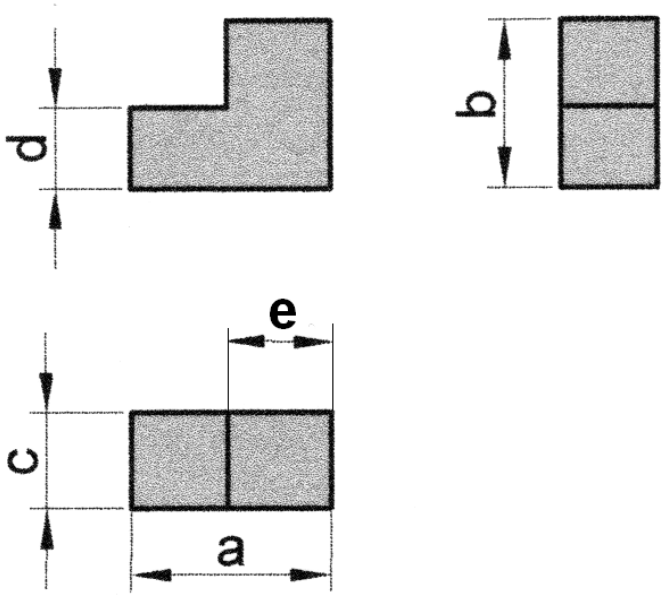


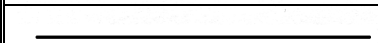
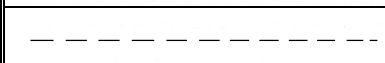
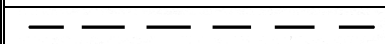
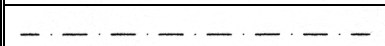
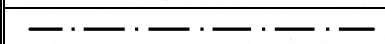

**Fig.10. Reprezentarea obiectului cotat**

# DESEN TEHNIC

## *Linia în desenul tehnic*

În desenul tehnic se utilizează câteva tipuri de linii în funcţie de rolul lor în reprezentarea pieselor şi ansamblurilor, aspectul liniilor şi locul lor de utilizare fiind reglementate prin standarde de stat româneşti şi internaţionale (STAS 103-84 şi ISO). În Tabelul 1 sunt prezentate câteva din aceste linii, utilizate mai ales în domeniul construcţiei de maşini cât şi locul lor de utilizare.

**Tabelul 1. Liniile din desenul tehnic**

| Aspectul liniei | Denumirea liniei | Exemple de utilizare |
|---|---|---|
|  | Linie continuă subţire | Linii utilizate la cotare, muchii fictive, linia de fund a filetului, haşuri, linie de axă scurtă |
| | Linie continuă subţire ondulată | Linie de ruptură pentru piese metalice |
| | Linie în zig-zag subţire | Linie de ruptură pentru piese din lemn |
|  | Linie continuă groasă | Linie de contur vizibile, chenarul desenului |
|  | Linie întreruptă subţire | Linii de contur sau muchii acoperite (ascunse) |
|  | Linie întreruptă groasă | Contururi acoperite |
|  | Linie-punct subţire | Linia de axă |
|  | Linie-punct groasă | Indicarea stării suprafeţelor |
|  | Linie-două puncte subţire | Conturul pieselor învecinate, poziţiile extreme ale pieselor mobile, părţi din piesă aflate în faţa planului de secţionare |

Se recomandă ca linia subţire (continuă sau întreruptă) să aibă o grosime cât **jumătate** din grosimea liniei groase. De regulă se utilizează linii groase cu grosimea de 0,5mm sau 0,7mm, dar în funcţie de mărimea desenului acestea pot fi şi cu grosimi de 1... 2mm. De fapt grosimile liniilor la modul general sunt standardizate şi au valori, exprimate în milimetri, din următorul şir:

**0,18 – 0,25 – 0,35 – 0,5 – 0,7 – 1 – 1,4 - 2**

## *Scrierea standardizată*

Scrierea în desenele tehnice este reglementată prin standardul internaţional SR ISO 3096:1993. Există mai multe tipuri de scriere, respectiv scriere dreaptă şi scriere înclinată la aceasta din urmă toate caracterele fiind înclinate înspre sensul de scriere cu un unghi de $75^0$. Elementul caracteristic al unui set de caractere este înălţimea (h) a literelor majuscule. Este indicat un şir de valori ale înălţimii literelor exprimat în milimetri după cum urmează:

**h = 2,5...3,5...5...7...10...14...20**

Scrierea poate fi dreaptă sau înclinată, cea mai des utilizată fiind cea înclinată spre sensul de scriere. În **Fig. 12** sunt prezentate literele şi cifrele utilizate în desenele tehnice.

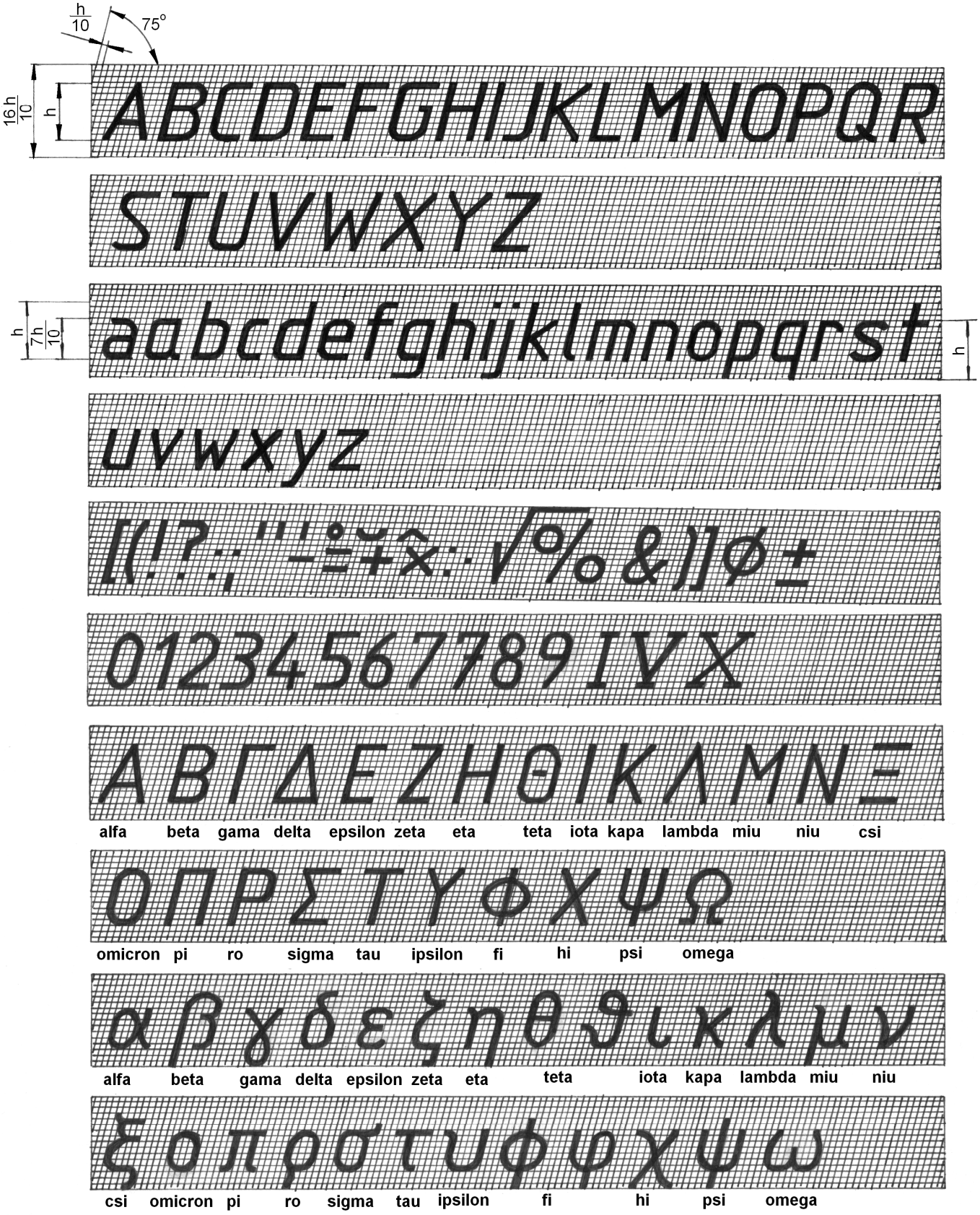



**Fig.12. Scrierea standardizată înclinată**

## *Scări de reprezentare*

Reprezentarea obiectelor în desenele tehnice se face de preferinţă în mărime naturală sau altfel spus la scara 1:1 ceea ce înseamnă că o dimensiune de un milimetru din planşa de desen reprezintă tot un milimetru în realitate. Scara naturală de reprezentare a obiectelor pe desene are avantajul că oferă o imagine mai clară asupra gabaritului real al obiectului atunci când încercăm să deducem forma şi mărimea lui prin citirea reprezentării lui în desen. De foarte multe ori însă reprezentarea obiectelor în mărime naturală nu este practică sau uneori chiar imposibilă. Astfel, un obiect de mici dimensiuni va putea fi foarte greu de reprezentat în desen şi mai ales foarte greu de citit.

Ca atare un obiect mic va trebui reprezentat la o scară mai mare, de pildă la scara 2:1 ceea ce înseamnă că 2 milimetri de pe desen reprezintă în realitate doar 1 milimetru, cu alte cuvinte, pe desen am mărit de 2 ori dimensiunile reale ale obiectului (**Fig.13**). În acest mod desenul fiind mărit va putea fi mai uşor de citit de către utilizatori.

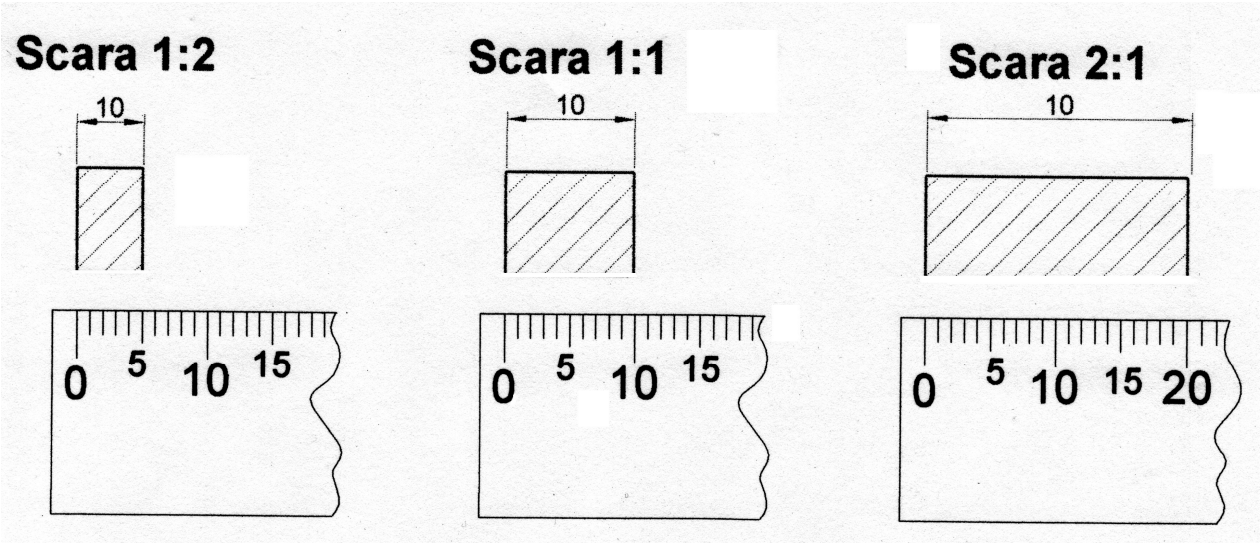



**Fig.13. Reprezentarea la scară a desenului**

Au fost standardizate scările de reprezentare a obiectelor în desenele tehnice şi conform SR EN ISO 5455:1997 vom avea următoarele scări numerice (**Tabelul 2**):

**Tabelul 2. Scări numerice**

| **Categorie** | **Scări recomandate** |
|---|---|
| Scări de mărire | **2:1 5:1 10:1 20:1 50:1** |
| Scara de mărime naturală | **1:1** |
| Scări de reducere | **1:2 1:5 1:10 1:20 1:50 1:100 1:200 1:500 1:1000 1:2000 1:5000 1:10000** |

## *Formate de desen*

În principiu, desenul unui obiect sau a unui ansamblu se execută pe cel mai mic format care permite o reprezentare clară a tuturor detaliilor. Desenul unui obiect este realizat în scopul executării materiale a acelui obiect, de multe ori într-o producție de serie. În **Tabelul 3** au fost reprezentate formatele de desen stabilite prin STAS 1-84, dimensiunile a și b reprezentând înălțimea (dimensiunea pe verticală) și respectiv lățimea (dimensiunea pe orizontală) a formatului.

**Tabelul 3. Formate de desen**

| **Mărimea formatului axb [mm]** | **Multiplu** | **A4** | **A3** | **A2** | **A1** | **A0** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Formate preferențiale** | - | **210x297** | **297x420** | **420x594** | **594x841** | **841x1189** |
| **Formate alungite** | 3 | 297x630 | 420x891 | | | |
| | 4 | 297x841 | 420x1189 | | | |
| | 5 | 297x1051 | | | | |

## *Elementele grafice ale formatului de desen*

Fiecare format de desen va cuprinde în mod obligatoriu un chenar menit să delimiteze zona de desenare. După cum se poate observa în **Fig.16** desenul, indiferent de mărime, are un chenar trasat cu linie groasă de 0,7mm la o anumită distanță față de margini formatului

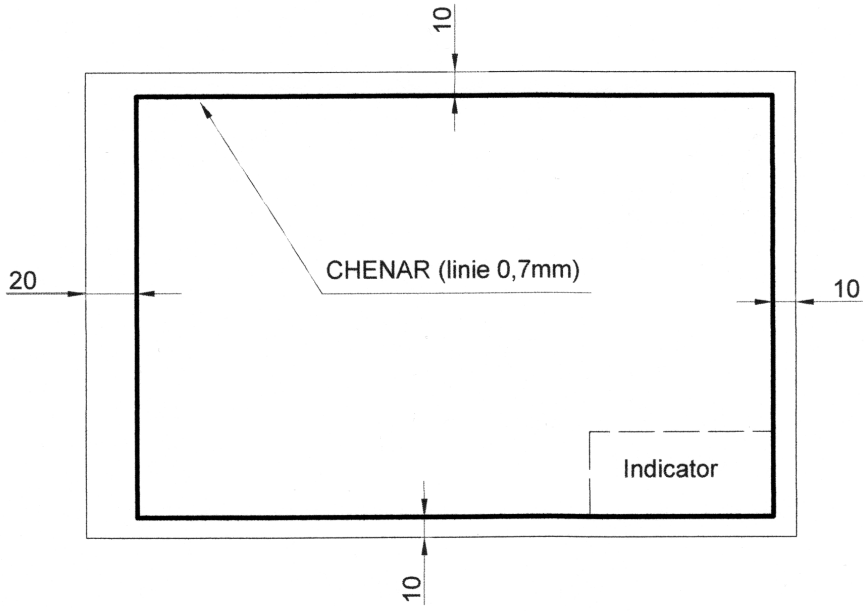



**Fig.16. Chenarul desenului**

Formatul desenului mai conține și o serie de alte elemente grafice cum ar fi: sistem de coordonate, repere de centrare, repere de decupare, indicator și altele. Elementele grafice corespund standardului SR ISO 5457:1994. În **Fig.17** este prezentat un format de desen la care s-au aplicat toate elementele grafice necesare.

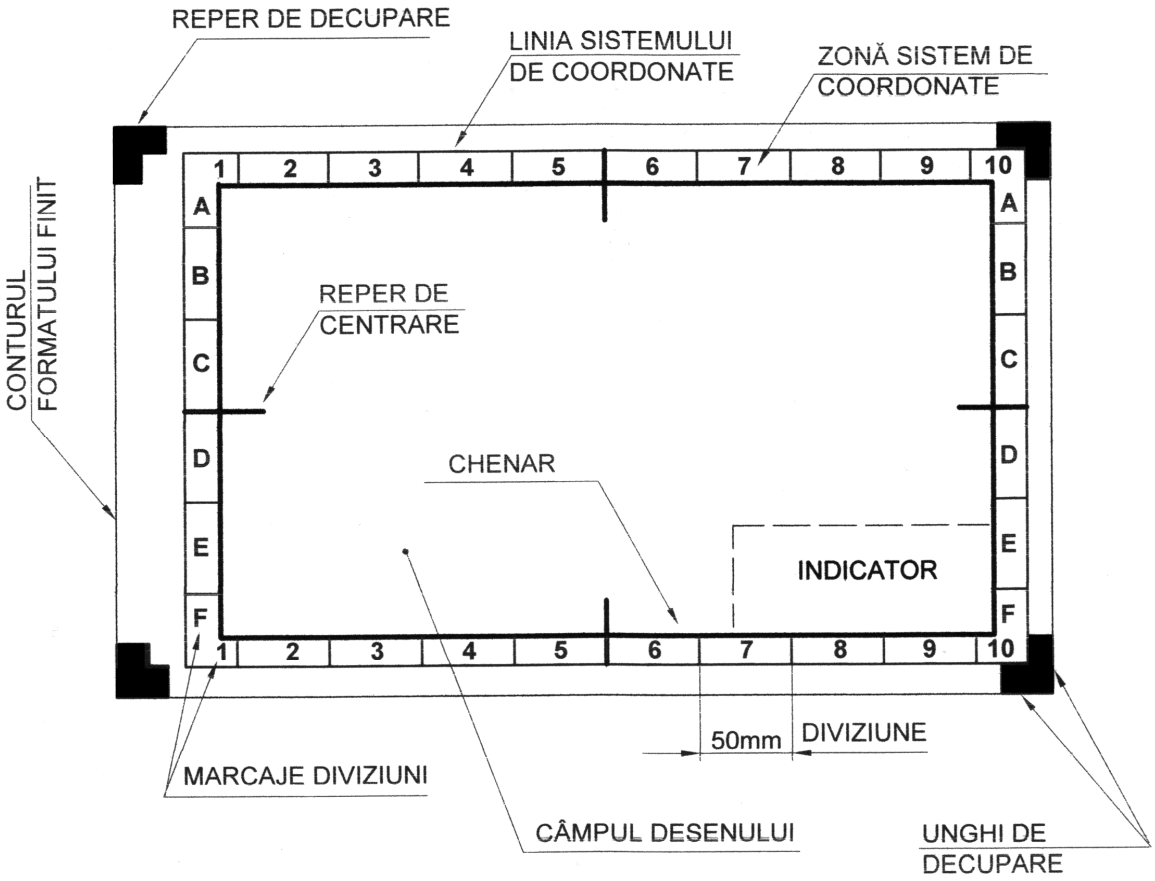



**Fig.17. Elementele grafice ale formatului de desen**

Dimensiunile elementelor grafice ce compun un format de desen standardizat sunt prezentate sintetic în **Fig.18**.

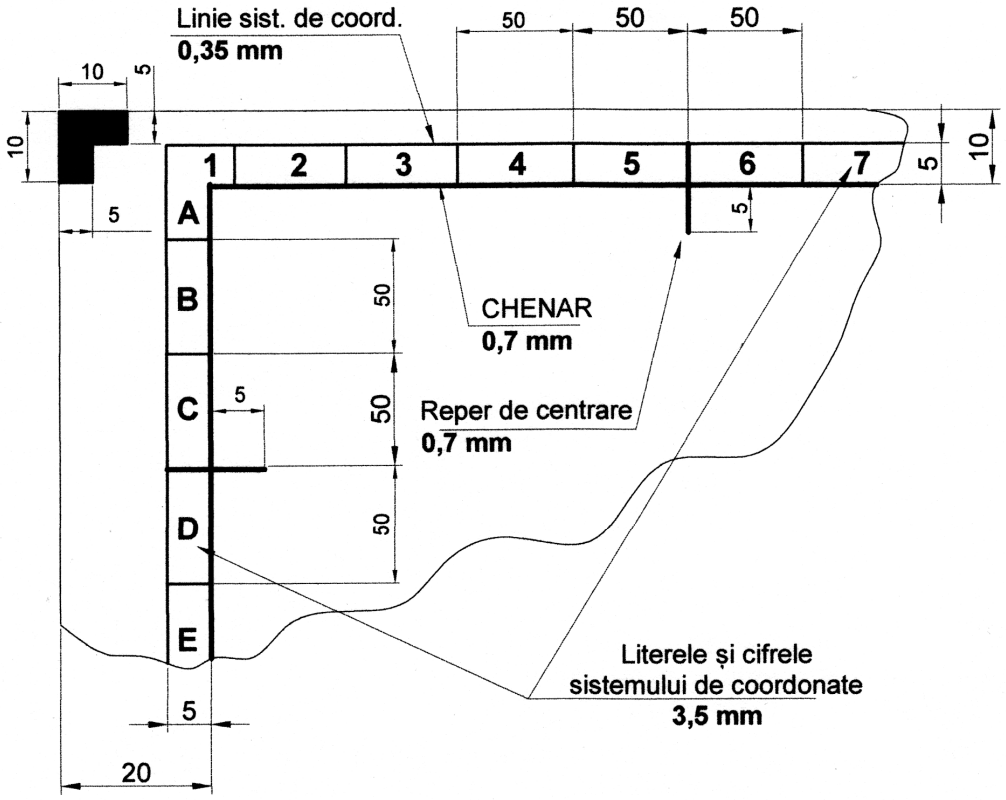



**Fig.18. Dimensiunile elementelor grafice ale formatului de desen**

## *Indicatorul*

Indicatorul este un cartuş (**Fig.19**) în care sunt înscrise o serie întreagă de informaţii legate de obiectul ce apare în desen. Regulile care stabilesc conţinutul şi modul de completare a indicatorului sunt date de standardul SR ISO 7200:1994.

.

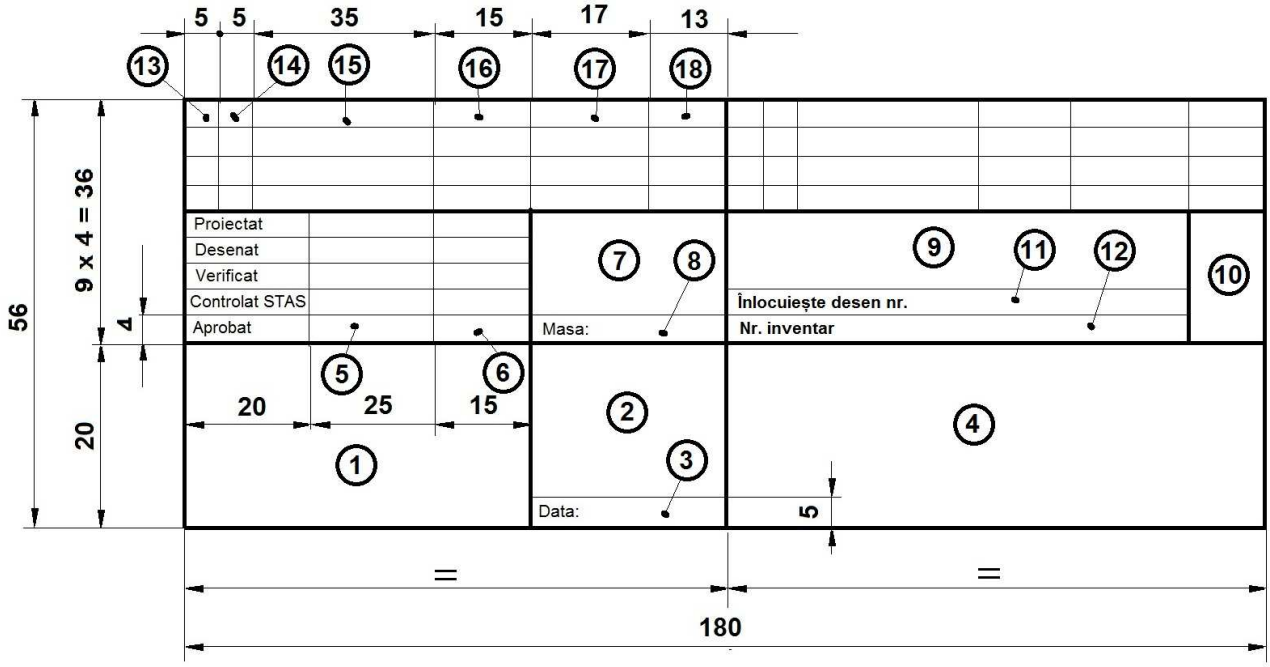



**Fig.19. Indicatorul complet al desenului**

Destinaţia rubricilor indicatorului:

1. Denumirea proprietarului desenului original;
2. Scara la care a fost realizat desenul (nu e necesar să scriem şi cuvântul SCARA);
3. Data executării desenului;
4. Denumirea obiectului sau a ansamblului prezentat în desen;
5. Numele persoanei;
6. Semnătura persoanei;
7. Marca materialului (eventual însoţită de standardul de material);
8. Masa netă a obiectului sau ansamblului în [Kg]. Masa finită a obiectului sau a ansamblului, nu se poate calcula ci se completează la urmă prin cântărirea obiectului;
9. Numărul de înregistrare al desenului;
10. Numărul curent al planşei şi numărul total de planşe separate prin linie oblică;
11. Numărul desenului care a fost înlocuit (rubrica se liniază numai dacă e cazul);
12. Numărul de arhivare a desenului (rubrica se liniază numai dacă e cazul);
13. Simbolul literal al unei serii de modificări;
14. Numărul de modificări operate (numărul de simboluri literale);
15. Numărul fişei de modificare pe baza căreia s-au operat modificările;
16. Data operării modificării (anul, luna, ziua);
17. Numele persoanei care a efectuat modificarea desenului;
18. Semnătura persoanei care a efectuat modificarea.

Toate rubricile indicatorului vor fi completate utilizând scrierea standardizată.

## *Indicatorul redus*

Componenţa indicatorului redus este conform **Fig.20**. Evident, toate rubricile vor fi completate cu scriere standardizată.

1. Numele şi prenumele studentului;
2. Secţia;
3. Denumirea planşei sau a piesei desenate;
4. Numărul de ordine al planşei / Numărul total de planşe (exemplu: 2/10, adică planşa numărul 2 din totalul de 10);
5. Denumirea instituţiei: Universitatea "Petru Maior" Tîrgu-Mureş;
6. Scara desenului;
7. Materialul din care este executată piesa (dacă e cazul);
8. Data realizării desenului (anul. luna. ziua);
9. Semnătura celui care a verificat desenul.

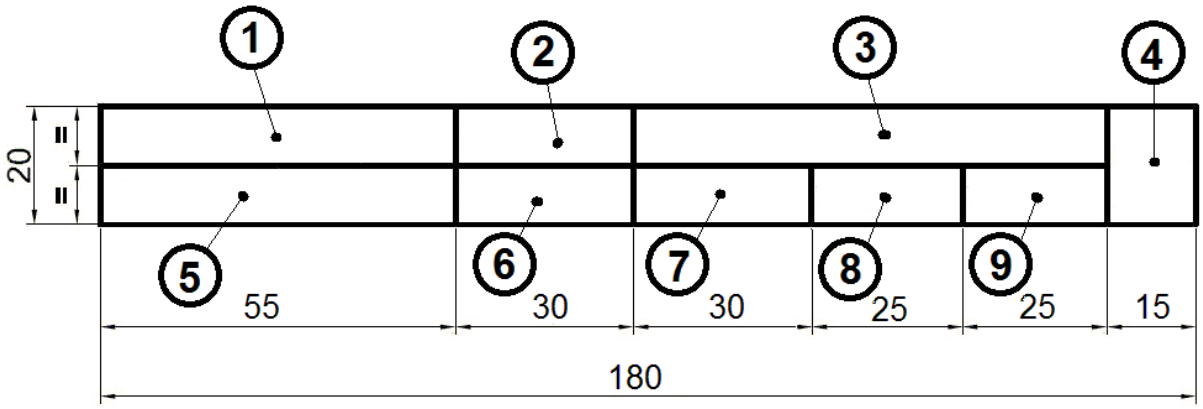



**Fig.20. Indicatorul redus**

## *Tabelul de componenţă*

Pe desenele de ansamblu se va aplica deasupra indicatorului complet şi un tabel de componenţă în care se vor trece amănunte despre elementele componente ale ansamblului (**Fig.21**). Conţinutul fiecărei rubrici a tabelului este evidentă aşa că nu vom mai da prea multe explicaţii. Denumirea dată fiecărui reper component al desenului de ansamblu trebuie să fie la **singular şi nearticulat**. De asemenea denumirea trebuie să fie cât mai scurtă şi să exprime caracteristica constructivă a reperului şi numai eventual se va indica şi rolul funcţional al acestuia în întreg ansamblul.

Spre exemplu vom scrie "Capac" sau eventual "Capac lagăr" şi nu "Capac lagăr stânga". Pentru a diferenţia elementele similare se poate adăuga dimensiunea principală cum ar fi spre exemplu: "Capac Ø28". Denumirea elementelor standardizate (şuruburi, piuliţe, ştifturi etc.) se scrie conform modului lor de notare specificat de standardele lor specifice.

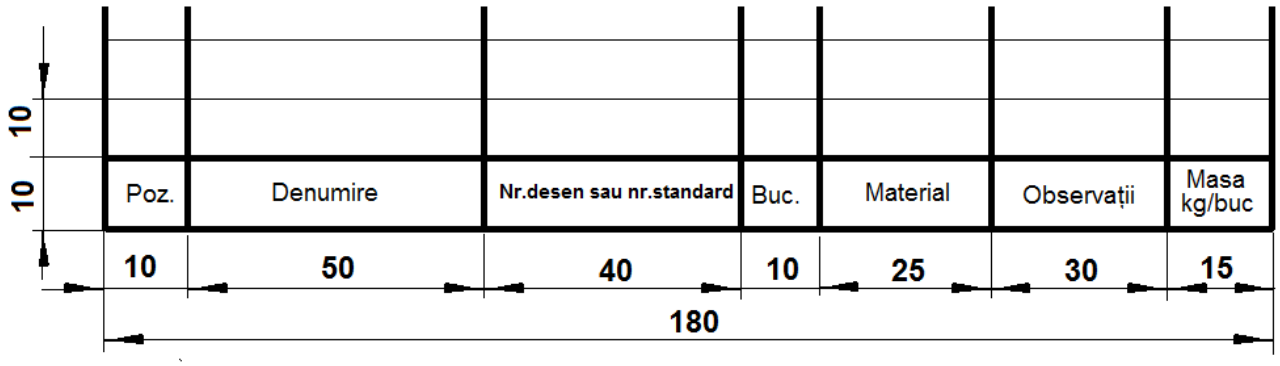



**Fig.21. Tabelul de componenţă**

De pildă un şurub cu cap cilindric şi locaş hexagonal interior (STAS 5144-80) având filetul M10 şi lungimea tijei de 45mm se notează astfel: "Şurub M10x45". La rubrica "Observaţii" se trece de obicei

dimensiunea semifabricatului din care se execută reperul respectiv (cu excepţia reperelor standardizate care se consideră achiziţionate din comerţ). Trebuie avut în vedere faptul că dimensiunile semifabricatelor trebuie să ţină cont de adausurile de prelucrare şi că corespundă unor mărimi standardizate sau produse în serie de o fabrică de laminate.

La rubrica "Masa kg/buc" se va trece masa semifabricatului din care se execută reperul. Evident că masa se va trece doar la reperele proiectate nu şi la cele standardizate. Masa unui reper standardizat (de exemplu, un şurub) poate fi aflată din catalogul producătorului dar va fi vorba de masa finită a reperului şi nu de masa semifabricatului din care se execută acel reper. Cu alte cuvinte, la această rubrică nu este raţional să amestecăm masele semifabricatelor reperelor specifice, cu masele reperelor standardizate finite.

## *Haşurarea în desenul tehnic*

Haşura (**Fig.22**) se trasează cu linie continuă subţire iar liniile de haşură vor fi paralele şi înclinate la $45^0$ faţă de una din liniile de contur ale obiectului reprezentat în desen, sau faţă de una din liniile de axă. Se va avea în vedere ca liniile de haşură să nu devină paralele cu liniile de contur ale obiectului sau cu liniile de axă. Haşura poate fi dusă înclinat şi faţă de chenarul desenului.

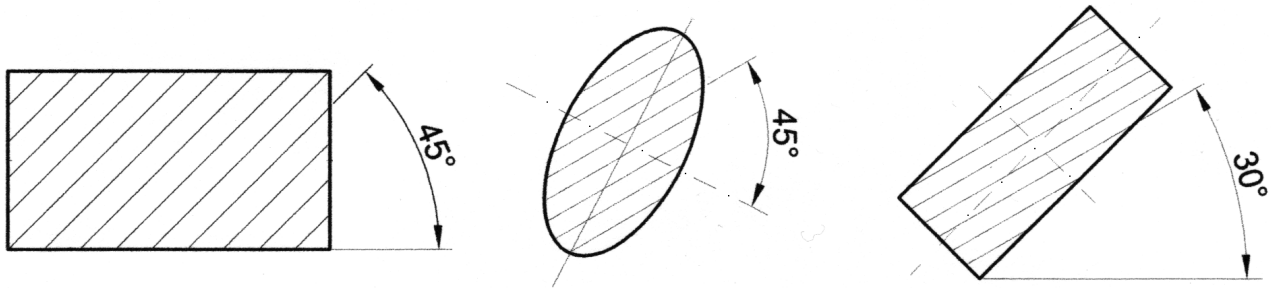



**Fig.22. Trasarea haşurilor**

Dacă acest lucru nu este posibil şi înclinarea liniilor de haşură ar coincide cu linii importante de contur sau chiar cu axa obiectului reprezentat, atunci se va recurge la alte unghiuri de înclinare a haşurilor, la $30^0$ sau la $60^0$.

Elementele alăturate dintr-un ansamblu se vor haşura cu înclinare diferită în aşa fel ca să nu existe două obiecte alăturate cu aceeaşi înclinare a haşurii. Dacă acest lucru nu este posibil, se poate recurge la aceeaşi înclinare a haşurilor dar la modificarea pasului haşurii fiecărui obiect în parte (**Fig.23**), de regulă pasul va fi în concordanţă cu grosimea obiectului respectiv (obiectele subţiri vor fi haşurate cu pas mic iar obiectele de grosime mare, cu pas mai mare ). Distanţa dinte liniile haşurii nu va fi mai mică de 1mm. Sensul şi pasul haşurii unui obiect se va păstra pe toate proiecţiile obiectului.

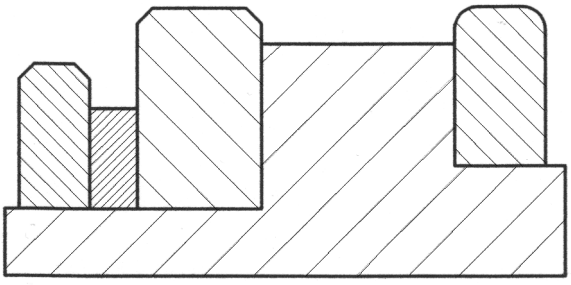


**Fig.23. Haşuri cu pas variabil**

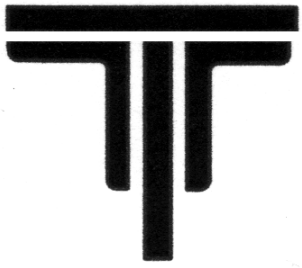


**Fig.24. Înlocuirea haşurilor**

Elementele a căror lăţime pe desen este sub 2mm pot fi reprezentate în secţiune prin înnegrire completă (**Fig.24**). În acest caz între obiectele vecine se va lăsa un spaţiu liber (fantă de lumină) de minimum 1mm având scopul de a le diferenţia.

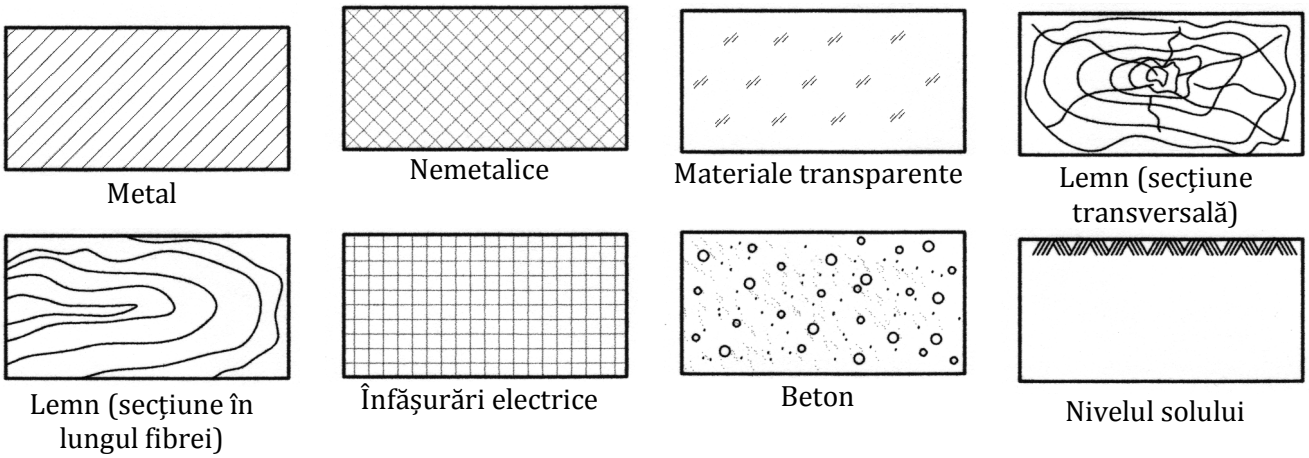



**Fig.25. Haşuri specifice tipului de material**

Haşurile vor fi trasate şi în funcţie de tipul materialului obiectului secţionat (**Fig.25**). Obiectele de mari dimensiuni şi care ocupă pe desen o suprafaţă mare pot fi haşurate numai pe o porţiune limitată dispusă în apropierea conturului, la capete şi în jurul găurilor.

## *Reprezentări în desenul tehnic*

Fiecare **vedere**, cu excepţia vederii din faţă, adică a proiecţiei principale, trebuie indicată cu claritate prin marcarea cu o majusculă. Majuscula marchează direcţia de vedere şi se aplică pe o săgeată de referinţă. Săgeata care indică direcţia de vedere se va duce la un unghi de $30^0$ şi va avea o linie de mijloc (cota e) ce se reprezintă cu linie groasă (**Fig.26**).

Lungimea săgeţii (cota h) va fi echivalentă cu cel puţin 10 grosimi de linie (h=10e). Săgeata, conform SR ISO128-30:2008, va fi marcată cu o majusculă desenată cu linie groasă, înălţimea literei (h) fiind egală cu lungimea săgeţii. Se recomandă ca litera de marcaj să fie cât mai vizibilă (aldină) putându-se lua ca ordin de mărime o valoare ce corespunde la de1,5...2 ori înălţimea cotelor utilizate pe desen.

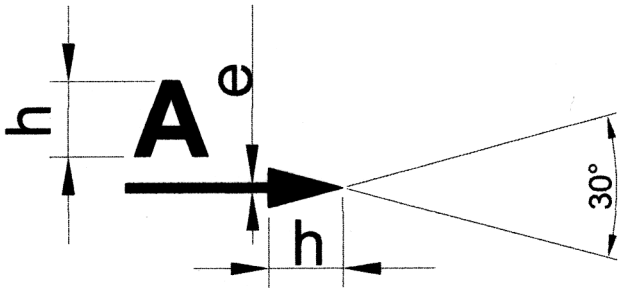



**Fig.26. Săgeata de referinţă**

Litera se va plasa pe săgeată deasupra liniei de mijloc înspre partea de capăt, opusă vârfului săgeţii. Litera va fi scrisă întotdeauna astfel încât să fie citită de jos (deci va fi dusă paralel cu baza desenului), indiferent de înclinarea săgeţii. Poziţia de scriere a literei va corespunde deci poziţiei cotei pe linia de cotă (a se vedea capitolul despre cotare).

Dacă este necesar, pentru o mai bună claritate a desenului, o proiecţie poate fi reprezentată rotit faţă de direcţia de vedere. În acest caz, direcţia de vedere va fi marcată ca în exemplul de mai sus, dar deasupra proiecţiei (pe care am rotit-o) vom aplica un simbol care să definească şi sensul şi unghiul de rotire (**Fig.27**).

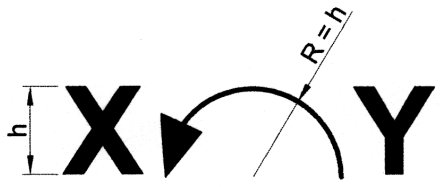



**Fig.27. Săgeata pentru vederea rotită**

În exemplul prezentat, direcţia de vedere este marcată cu litera X iar unghiul de rotire exprimat în grade, prin litera Y, săgeata curbă (de rază egală cu înălţimea literei), care desparte litera de unghiul de rotire marcând şi sensul în care se va roti proiecţia.

## Vederea

Conturul obiectului reprezentat într-un desen se face cu linie groasă. Grosimea liniei de contur este standardizată şi aşa cum s-a precizat în capitolul referitor la liniile utilizate în desene are valori de:

**0,18 – 0,25 – 0,35 – 0,5 – 0,7 – 1 – 1,4 – 2mm**

Dacă muchiile de contur ale obiectului se reprezintă cu linie groasă, muchiile ascunse se vor reprezenta cu linie întrerupă subţire (**Fig.28**).

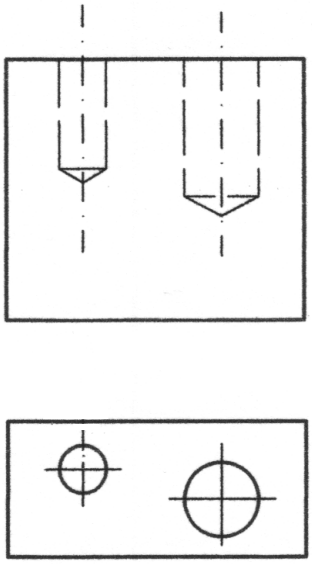


**Fig.28. Muchii ascunse**

În exemplul de mai jos (**Fig.29**), piesa de formă L, a fost reprezentată, ca proiecţie principală, sub forma unei vederi din faţă (proiecţia din mijloc).

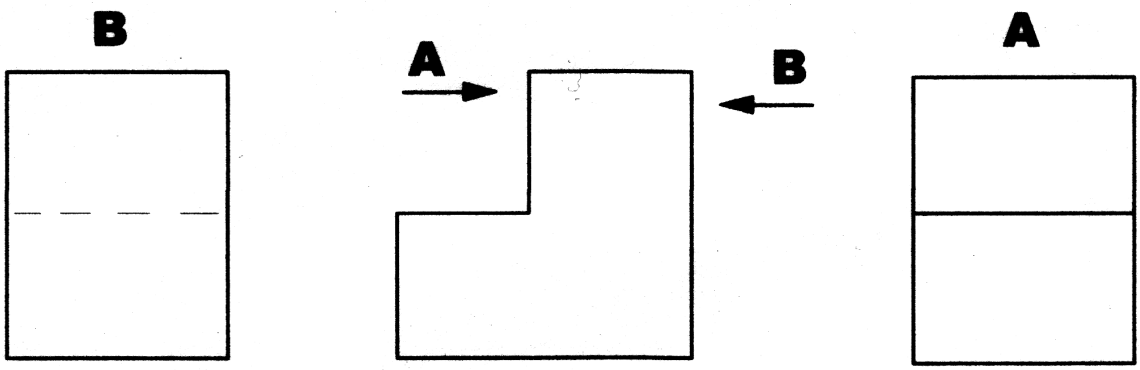



**Fig.29. Marcarea vederilor prin litere**

Obiectele de tip arbore se vor reprezenta în desen, în poziţie de execuţie (**Fig.30**) adică cu axa de simetrie longitudinală orizontală, chiar dacă arborele are o altă poziţie de funcţionare în ansamblul din care face parte.

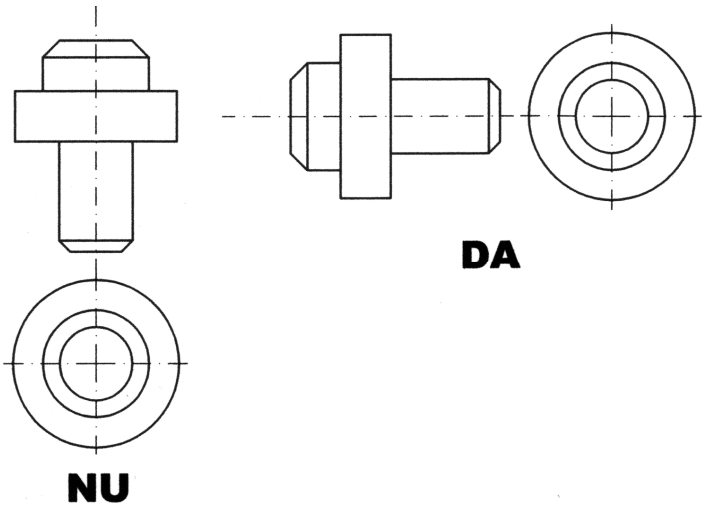



**Fig.30. Reprezentarea obiectelor de tip arbore**

Atunci când direcţia de vedere este oblică reprezentarea proiecţiei rezultată în direcţia de vedere va fi perpendiculară pe direcţia săgeţii (**Fig.31**). Uneori acest fel de proiecţie poate fi greu de înţeles sau de desenat aşa încât de multe ori proiectanţii decid să rotească proiecţia oblică pentru a uşura citirea desenului.

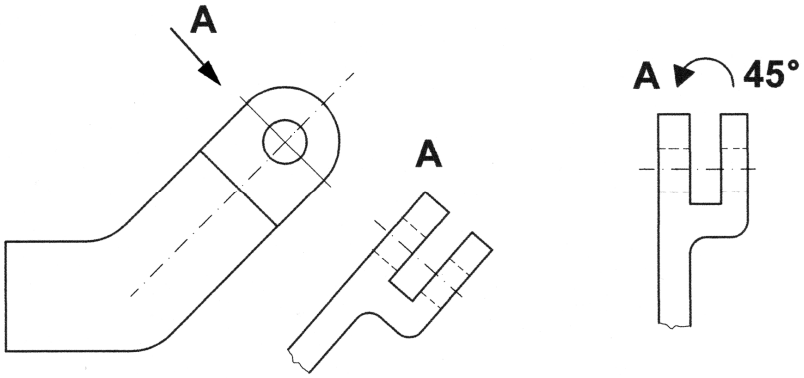



**Fig.31. Vedere rotită**

Astfel pentru piesa din **Fig.32** este mai raţional să facem proiecţia oblică după direcţia A (desenul din stânga) decât proiecţia după o direcţie ortogonală la planul de proiecţie (desenul din dreapta) deoarece în primul caz, gaura din piesă va apărea ca cerc în schimb în al doilea caz, ca elipsă, ceea ce nu va permite cotarea dimetrului găurii.

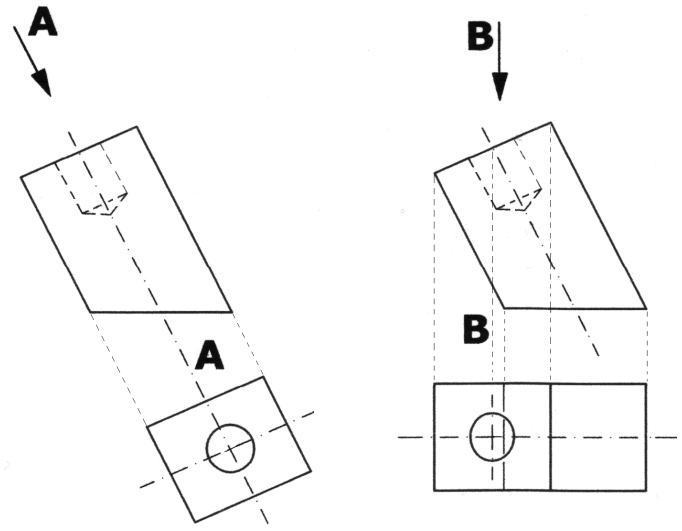



**Fig.32. Vederi oblice şi ortogonale**

În desenele de execuţie sau de ansamblu, muchiile fictive care corespund unor racordări fine nu se reprezintă. Dacă totuşi este util pentru claritatea desenului să le reprezentăm atunci acestea se vor trasa cu linie subţire astfel încât să corespundă cu linia fictivă de intersecţie dintre suprafeţele racordate (**Fig.33**).

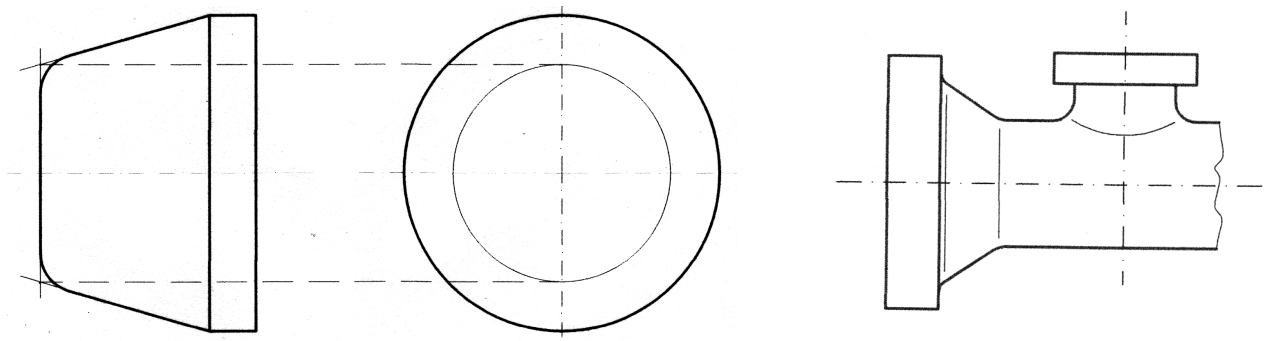


**Fig.33. Reprezentarea muchiilor fictive**

De regulă aceste muchii fictive nu se vor desena până la conturul obiectului desenat ci se va lăsa un spaţiu liber de 1...2 mm.

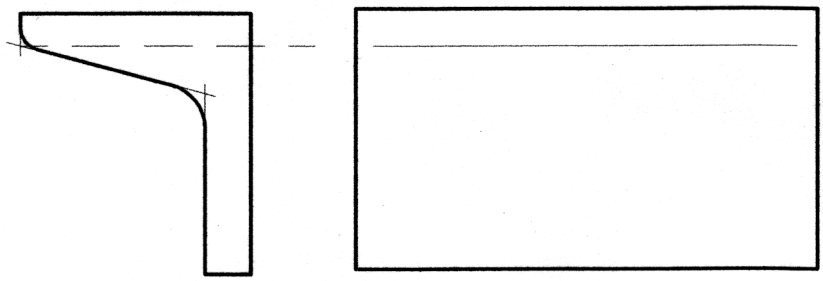


**Fig.34. Trasarea muchiei fictive pentru grosimea minimă**

Dacă obiectul are mai multe muchii fictive se va reprezenta în vedere, cu linie subţire dusă până în apropierea liniei de contur (la 1...2mm), doar muchia ce corespunde grosimii celei mai mici a obiectului (**Fig.34**).

Dacă forma obiectului reprezentat este clar definită prin proiecţiile realizate, atunci se permit **vederi parţiale** ale unor zone izolate ale obiectului (**Fig.35**).

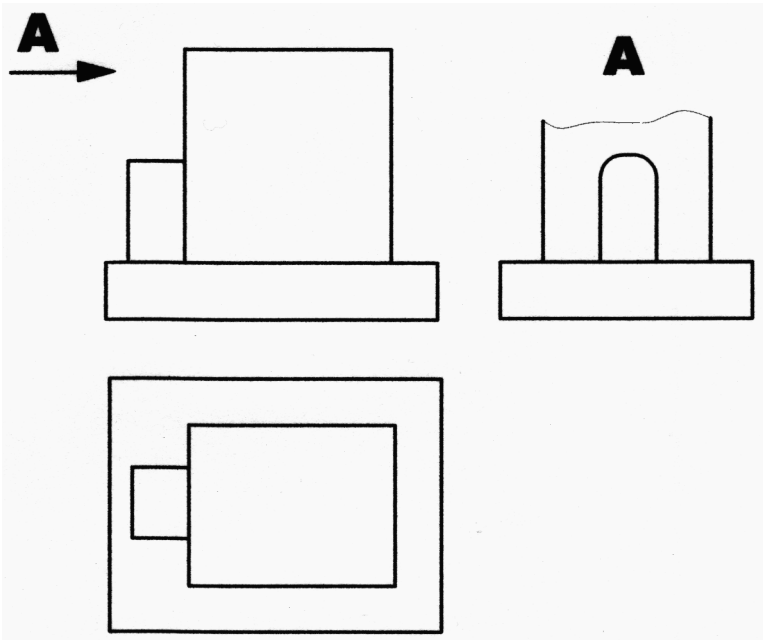
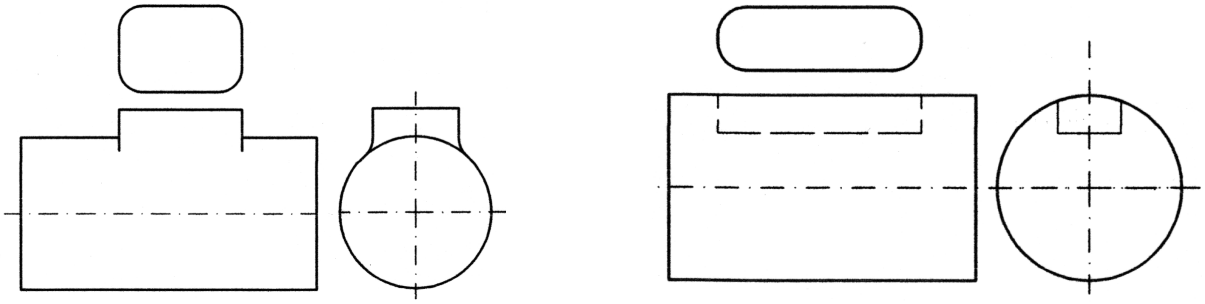



**Fig.35. Vedere parţială**

Vederea parţială, numită uneori şi vedere locală, poate fi realizată fără să se mai indice cu vreo săgeată, direcţia de proiecţie (**Fig.36**).



a b

**Fig.36. Vedere locală**

Astfel, proeminenţa de pe arbore (**Fig.36.a**) şi respectiv canalul realizat în lungul generatoarei cilindrului (**Fig.36.b**) necesită o vedere pentru a se afla forma exactă a conturului suprafeţei, lucru care s-a făcut prin practicarea unei vederi locale iar proiecţia rezultată a fost aliniată cu suprafaţa respectivă, în imediata vecinătate a conturului piesei. Vederea locală se consideră întotdeauna, prin convenţie, ca fiind făcută **de sus şi rabătută pe planul orizontal** de proiecţie sau făcută **din lateral şi rabătută pe planul lateral dreapta** de proiecţie.

În multe cazuri obiectul reprezentat în desen are o formă generală de tipul corpului de revoluţie (cilindru, con, sferă etc.) dar mai are şi unele suprafeţe **plane**. Pentru a le deosebi de suprafeţele de revoluţie, aceste suprafeţe plane pot fi marcate cu diagonale trasate cu linie continuă subţire (**Fig.37**).

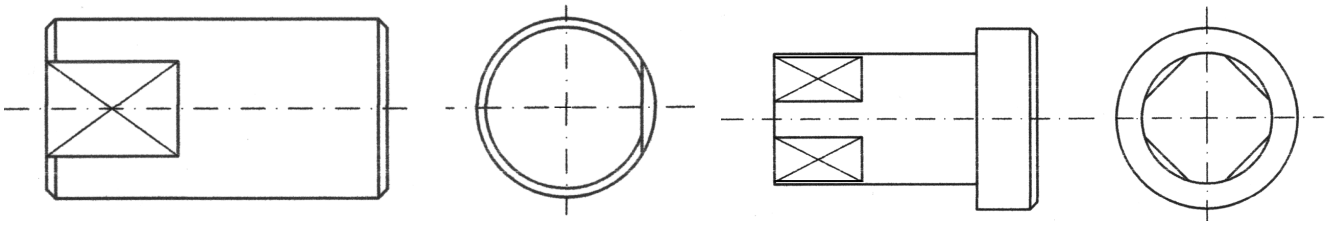


**Fig.37. Marcarea suprafeţelor plane**

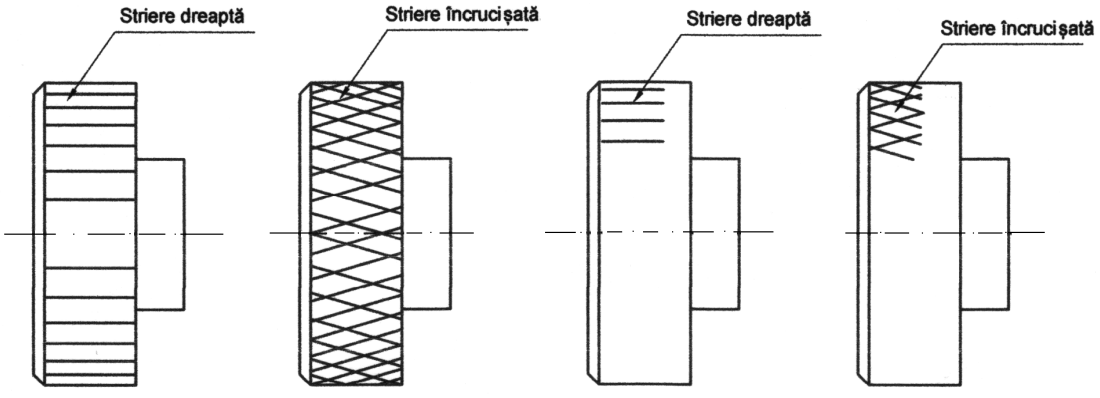



**Fig.38. Marcarea suprafeţelor striate**

Marcarea suprafeţelor striate (**Fig.38**) se poate face prin desenarea cu linie groasă a striaţiilor pe toată suprafaţa sau doar pe o suprafaţă mai mică. Pentru a preciza mărimea striaţiilor se foloseşte o linie ajutătoare terminată cu o săgeată sau un punct sprijinită pe suprafaţa respectivă, pe linie fiind apoi scrise amănuntele tehnice legate de parametrii striaţiilor.

Obiectele simetrice, ce au o formă repetitivă pot fi reprezentate simplificat prin precizarea doar a unei porţiuni limitate. Arborele din **Fig.39**. Este reprezentat în vederea laterală fie prin desenarea doar a unei jumătăţi de contur, fie chiar prin desenarea doar a unui sfert.

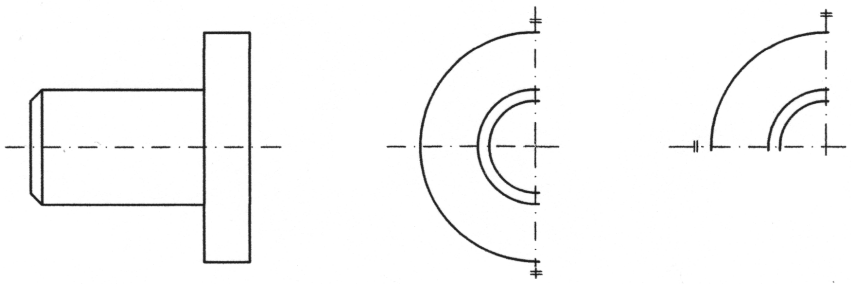


**Fig.39. Reprezentare incompletă**

În mod similar, pentru a simplifica desenul, se admite ca obiectele de lungime mare şi cu configuraţie uniformă să fie rupte în zona respectivă, reprezentându-se doar capetele (**Fig.40**).

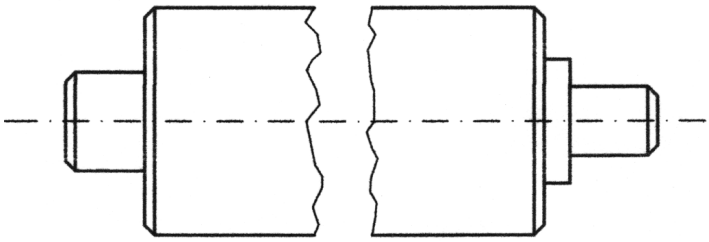


**Fig.40. Ruperea piesei**

Tot din considerente de economie de timp elementele **identice** care se repetă în mod uniform pe o anumită porţiune dar pe aceeaşi proiecţie, pot fi reprezentate complet doar o singură dată sau după caz, în poziţii extreme, adică la început şi la sfârşitul porţiunii respective.

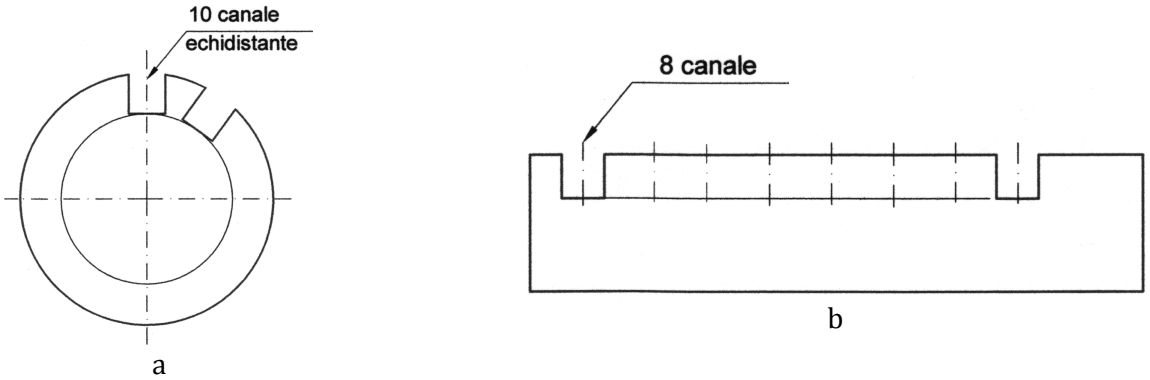



**Fig.41. Reprezentarea simplificată a elementelor repetitive**

Astfel pentru piesa cilindrică din **Fig.41.a.** la care pe suprafaţa exterioară au fost prevăzute canale radiale echidistante, au fost reprezentate doar două, unul la începutul suprafeţei cilindrice (axa verticală) şi altul la sfârşit. Printr-o linie de indicaţie s-a specificat numărul de canale identice şi faptul că acestea sunt dispuse echidistant pe cerc.

Evident că în asemenea cazuri indicaţia va conţine şi dimensiunile canalului cu toate cotele ce se impun pentru a fi definit cu claritate. În mod similar se poate aplica această reprezentare simplificată şi la o piesă liniară (**Fig.42.b**). Metoda simplifică foarte mult reprezentarea.

## Detaliul

Astfel, pentru arborele din **Fig.42.** se doreşte reprezentarea mai clară a unei mici porţiuni. Zona de trecere de la un diametru la altul conţine un mic canal circular care, la scara desenului, nu este foarte bine definit şi mai ales nu poate fi cotat cu destulă claritate.

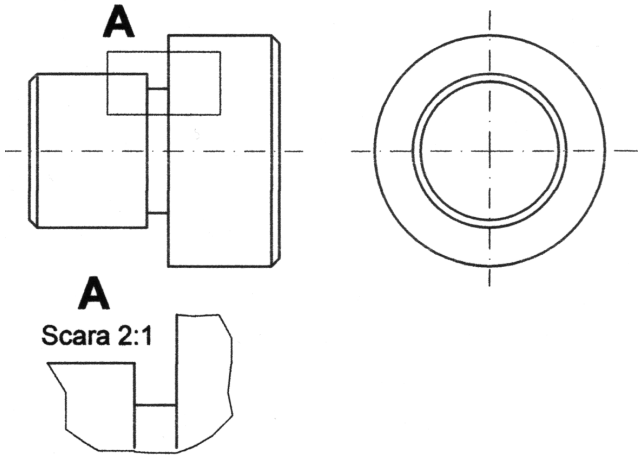



**Fig.42. Detaliul la o scară mărită**

Undeva pe suprafaţa desenului se va reprezenta la o scară mărită (2:1, 5:1 sau 10:1) detaliul respectiv, înconjurând acea porţiune cu o linie de ruptură trasată cu mâna liberă, cu linie continuă subţire, ondulată. Detaliul obţinut are acum claritate şi poate fi uşor cotat. Pentru a preciza scara de mărire, aceasta se va trece imediat sub majuscula de marcare a acestei proiecţii parţiale, precedată de cuvântul "Scara".

## Secţiunea

Marcarea unui traseu de secţionare se face cu o linie subţire de tip linie-punct care are la cele două capete câte o săgeată şi o literă majusculă (**Fig.43**), săgeata indicând direcţia şi sensul de rabatere a proiecţiei.

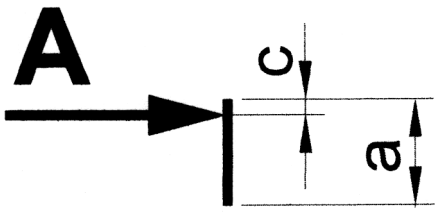



**Fig.43. Marcarea capetelor traseului de secţionare**

Săgeata este realizată identic cu săgeata utilizată la vederi cu deosebirea că aceasta este plasată pe un segment de dreaptă trasat cu linie groasă în cele două extremităţi ale planului de secţionare. Acest segment de dreaptă va avea o lungime (a) egală cu cel puţin jumătate din lungimea săgeţii. Săgeata se va plasa cu 2...3mm înspre extremitatea traseului de secţionare (c=2...3mm). Marcarea traseului de secţionare se face cu litere majuscule aldine (bold), deci uşor vizibile pe desen (mai mari de 1,5...2 ori decât cotele utilizate în desen), amplasate pe linia mijlocie a săgeţii, paralele cu baza desenului (în picioare) în aşa fel ca să poată fi citite de jos, indiferent de înclinarea traseului.

Litera utilizată la marcarea secţiunii nu trebuie să fie utilizată în alte scopuri în desen (de pildă pentru marcarea unor baze de referinţă la abaterile de poziţie).

Standardul SR ISO 128-44:2008 plasează săgeata pe mijloc şi litera deasupra segmentului de capăt şi propune chiar şi un alt tip de marcaj cu săgeată dusă la un unghi de $90^0$. A se vedea în acest sens **Fig.44**. Puteam constata imediat că noul tip de săgeată este evident mai greu vizibilă pe desen aşa încât inovaţia o putem lua doar cu titlu de inventar. La ce ar servi un nou marcaj, când vechiul este perfect funcţional?

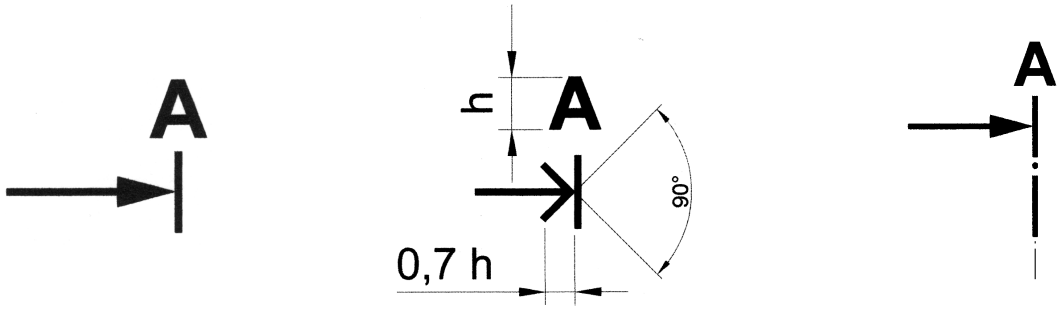



**Fig.44. Variantă nouă de marcaj**

Tot acest standard introduce imediat după linia groasă de capăt un segment de linie-punct groasă format din două segmente groase și un punct cu aceeași grosime. În exemplele prezentate în standardul respectiv această porțiune de marcaj poate fi continuată cu linie-punct subțire sau după preferințe, nu. De asemenea se poate remarca și faptul că porțiunea de marcaj descrisă mai sus, poate intersecta chiar și linia de contur a obiectului desenat, ceea ce nu are nicio justificare logică și nu aduce cu sine o mai mare claritate a reprezentării. Vom ignora în cuprinsul cărții aceste inovații de ultimă oră, prezentând vechile reguli de desen care au fost și continuă să fie suficiente utile și limpezi.

**Secţiunea cu vedere,** este reprezentarea în proiecţie ortogonală pe un plan, a unui obiect aşa cum ar arăta acesta dacă ar fi secţionat cu un plan şi dacă ar fi îndepărtată partea aflată între planul de secţiune şi ochiul observatorului. Astfel, pentru piesa din **Fig.45** vom duce un plan de secţionare după traseul B-B şi vom rabate proiecţia pe planul lateral conform sensului arătat de săgeţi.

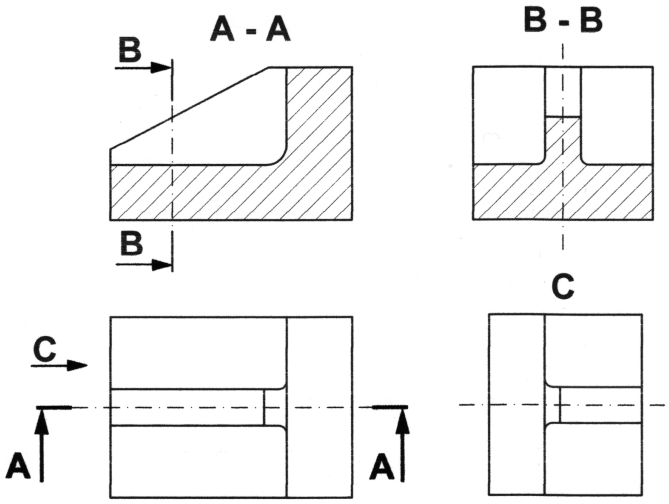



**Fig.45. Secţiune cu vedere**

**Secţiunea propriu-zisă**, este o reprezentare în proiecţie ortogonală, pe un plan, doar a figurii obţinute prin intersectarea obiectului cu planul de secţionare. Cu alte cuvinte, vom reprezenta doar porţiunea de piesă pe unde trece planul, fără să mai desenăm restul piesei rămase în spatele acestui plan secant. Soluţia se aplică de regulă în cazul în care forma obiectului rezultă clar din celelalte proiecţii şi ca atare nu mai e nevoie de alte proiecţii de tip vedere şi are drept urmare o simplificare substanţială a desenului.

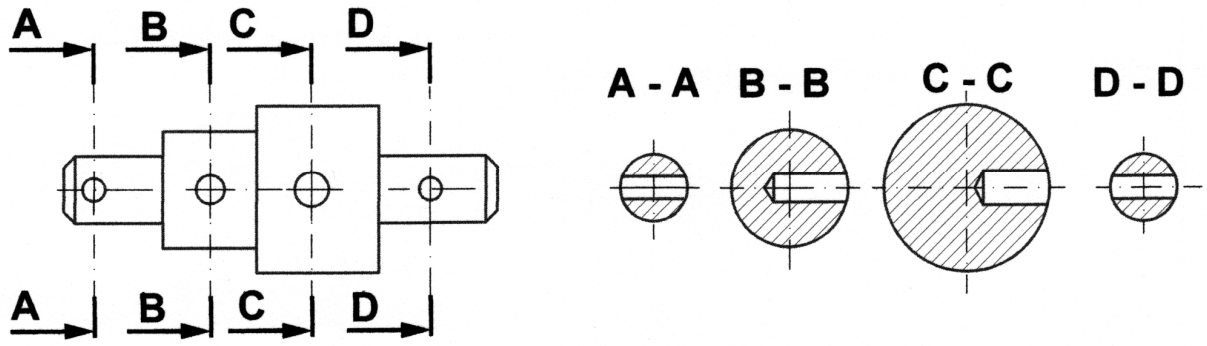



**Fig.46. Secţiuni propriu-zise succesive**

Astfel, arborele din **Fig.46** este clar definit, aşa că secţiunile marcate cu literele A-A şi B-B nu trebuie să ne mai arate şi contururile din spatele planelor de secţiune. Secţiunile acestea sunt secţiuni propriu-zise. De observat faptul că, traseul de secţionare transversal, trece prin alezajele din arbore dar acestea vor fi reprezentate şi cu muchiile aflate în spatele planului de secţionare. Acest gen de reprezentare a unui obiect prin care sunt evidenţiate porţiuni aflate una în spatele celeilalte, se mai numesc şi **secţiuni succesive**.

Uneori, din cauza lipsei de spaţiu pe foaia de desen, secţiunile succesive nu au loc pe direcţie longitudinală şi atunci ele pot fi plasate sub proiecţia principală a obiectului (**Fig.47**).

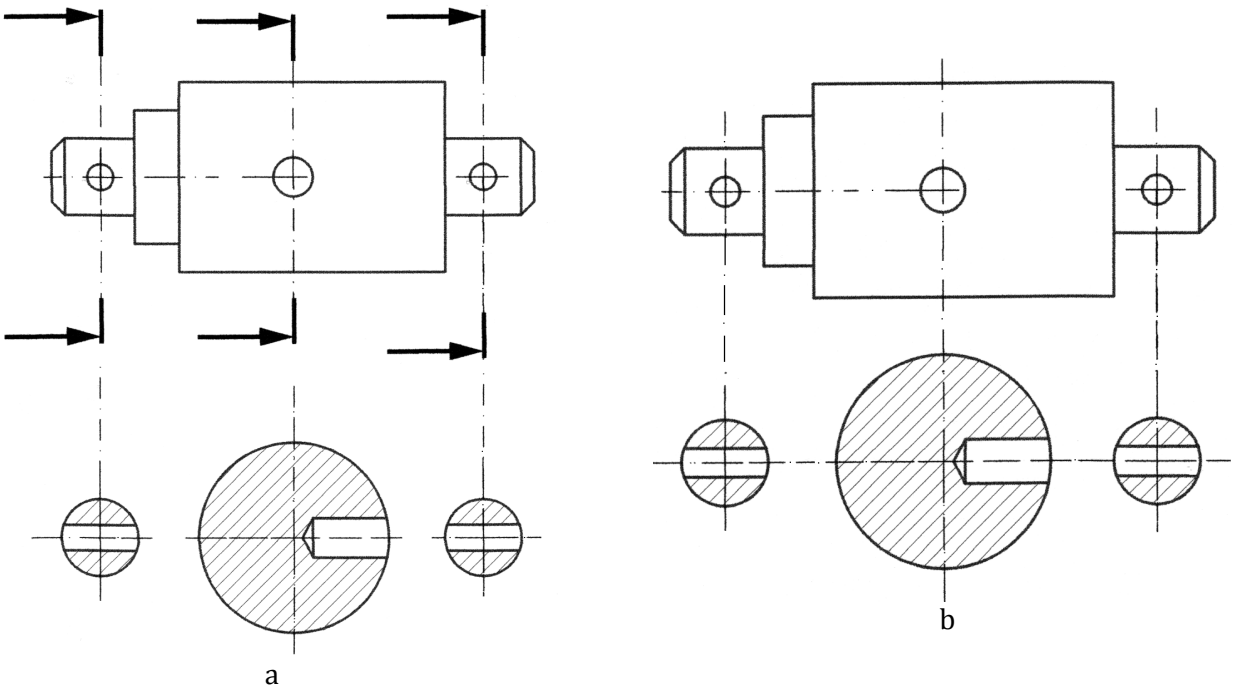



**Fig.47. Secţiuni succesive simplificate**

Traseele de secţionare pot fi marcate în mod explicit prin litere sau doar prin săgeţi. De asemenea, dacă obiectul este clar reprezentat şi nu există dubii, se poate renunţa la indicarea explicită prin litere majuscule a traseelor de secţionare, secţiunile propriu-zise rezultate fiind plasate sub proiecţia respectivă (**Fig.47.b**). În acest caz se recomandă ca axele de simetrie ale acestor secţiuni să coincidă cu traseul pe unde s-a făcut secţionarea, traseu marcat cu linie-punct subţire.

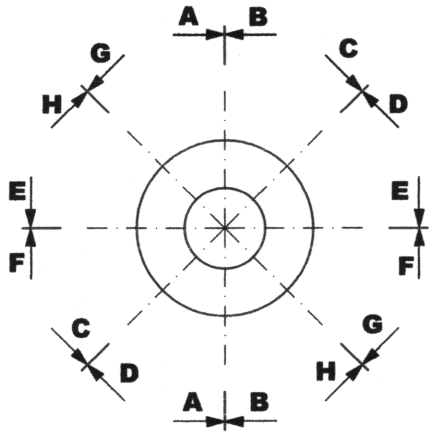



**Fig.48. Marcarea traseului de secţionare**

În **Fig.48** este prezentat modul de plasare a literelor de marcaj ale traseelor de secţionare mai ales atunci când acestea sunt oblice. Se remarcă faptul că literele de marcaj, sunt plasate deasupra săgeţilor sau în stânga lor, dar întotdeauna astfel încât să fie citite în picioare.

De multe ori, ca să se reprezinte mai multe amănunte despre un obiect folosind un singur traseu de secţionare (**Fig.49**) acesta se va duce în trepte.

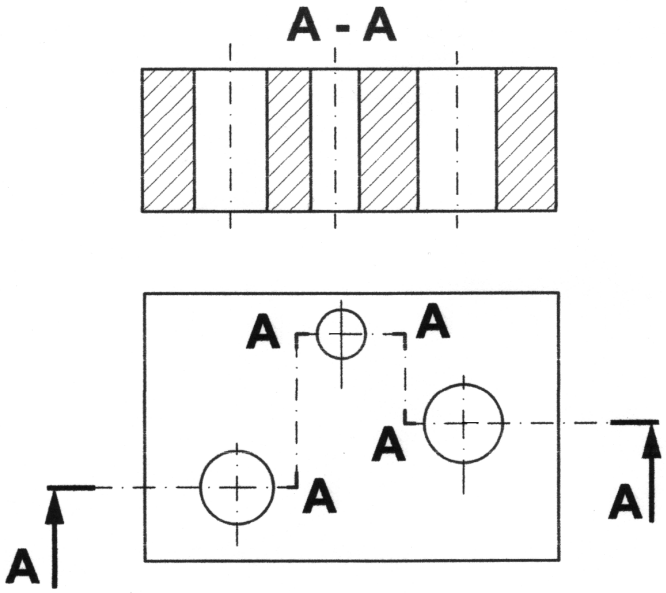



**Fig.49. Traseu de secţionare în trepte**

La fiecare schimbare a direcţiei traseului de secţionare se va marca locul prin linii scurte continue groase. Aceste schimbări de direcţie pot fi marcate cu aceeaşi literă cu a secţiunii, mai ales dacă piesa este de formă complicată şi se duc mai multe secţiuni prin aceeaşi porţiune a piesei. Dacă nu există pericolul unor confuzii, se poate renunţa la marcarea schimbărilor de direcţie deoarece acestea pot aglomera inutil desenul.

În principiu, schimbarea direcţiei de secţionare, mai ales la **secţiunile în trepte**, ar trebui evidenţiată cu o linie de demarcaţie tip linie-punct subţire iar porţiunile aflate de o parte şi de alta a liniei ar trebui haşurate decalat (**Fig.50**).

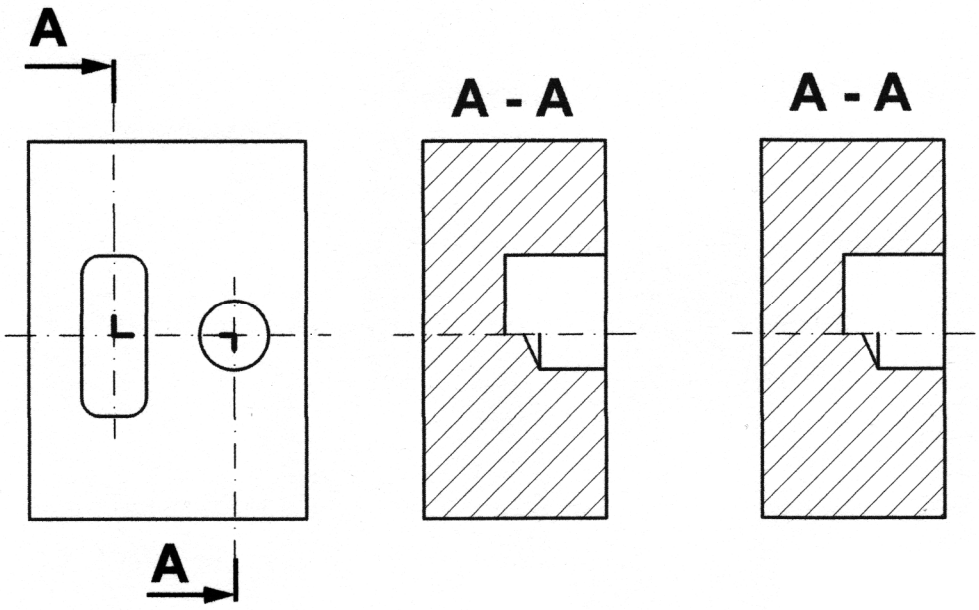



**Fig.50. Decalarea haşurilor**

În cazul pieselor secţionate cu o singură schimbare de direcţie a traseului, decalarea haşurilor contribuie la claritatea desenului. În schimb dacă se fac mai multe asemenea schimbări de direcţie pe aceeaşi proiecţie, decalarea haşurilor ar îngreuna citirea desenului aşa încât se poate renunţa la această cerinţă şi haşurile se vor duce continue.

Uneori, pentru a simplifica reprezentarea, proiectantul renunţă la a mai secţiona obiectul în trepte, preferând un traseu simplu, dar pentru a evidenţia anumite porţiuni aflate în spatele planului de secţionare, le va reprezenta ca şi cum secţiunea trece prin ele (**Fig.51**).

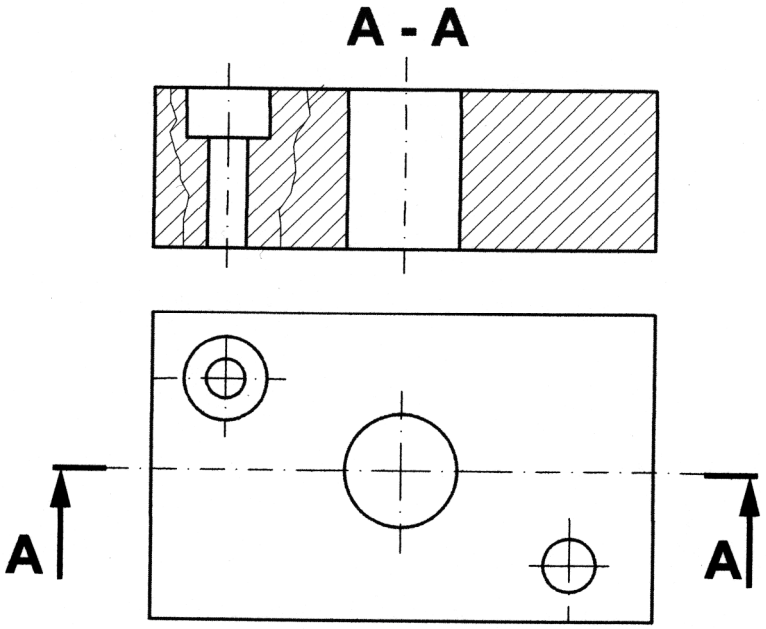



**Fig.51. Secţiune cu ruptură**

În acest caz vom avea o secţiune cu ruptură, iar pentru a nu crea confuzii, se recomandă ca haşurile să se decaleze. Ruptura poate fi realizată şi în proiecţiile de tip vedere (**Fig.52**). Gaura înfundată executată pe direcţie radială în piesa de tip arbore, poate fi evidenţiată perfect fără a mai marca un traseu de secţionare.

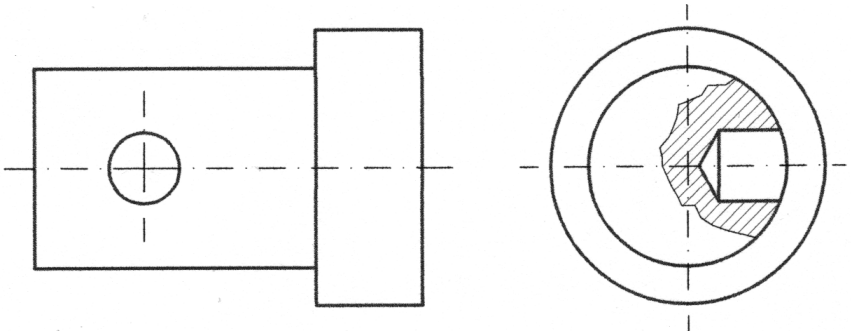


**Fig.52. Vedere cu ruptură**

Linia de ruptură, care se trasează cu linie subţire ondulată, nu se va duce dacă ruptura se face pe axa de simetrie a obiectului.

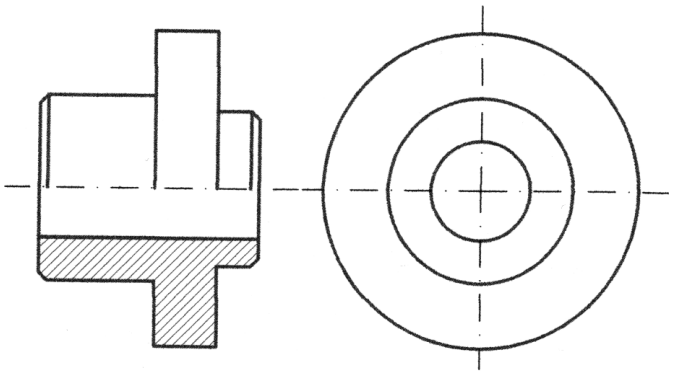


**Fig.53. Proiecţie tip jumătate vedere-jumătate secţiune**

Va rezulta (**Fig.53**) un tip de proiecţie numit jumătate vedere-jumătate secţiune. Acest gen de proiecţie are avantajul că simplifică desenul eliminând cel puţin o proiecţie, de aceea este foarte des utilizată în desenul tehnic.

O altă regulă care trebuie respectată la realizarea rupturilor este ca linia de ruptură să nu coincidă cu vreo muchie de contur a obiectului reprezentat în desen şi nici în prelungirea ei (**Fig.54**).

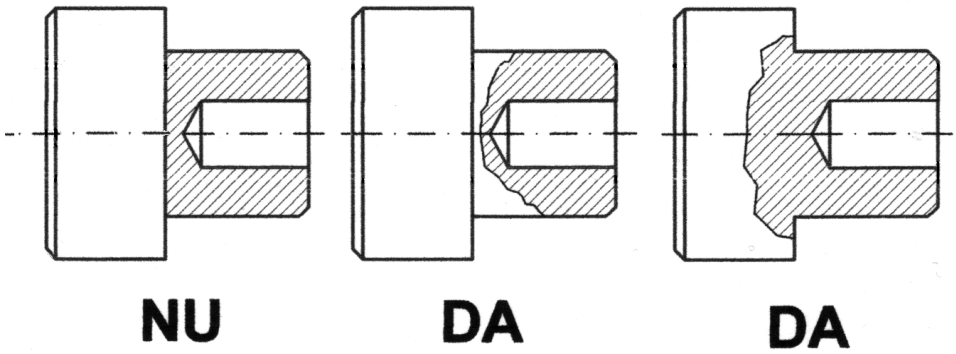



**Fig.54. Linia de ruptură**

Tot cu ajutorul secţiunii parţiale de tip ruptură se va reprezenta şi obiectul de tip arbore care se doreşte a fi secţionat pe direcţie longitudinală (**Fig.55**).

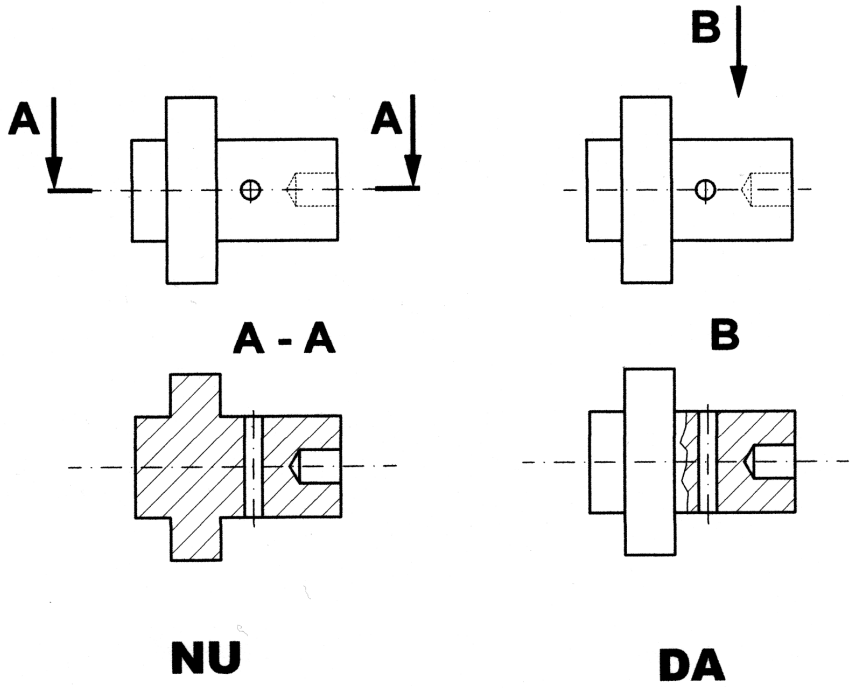
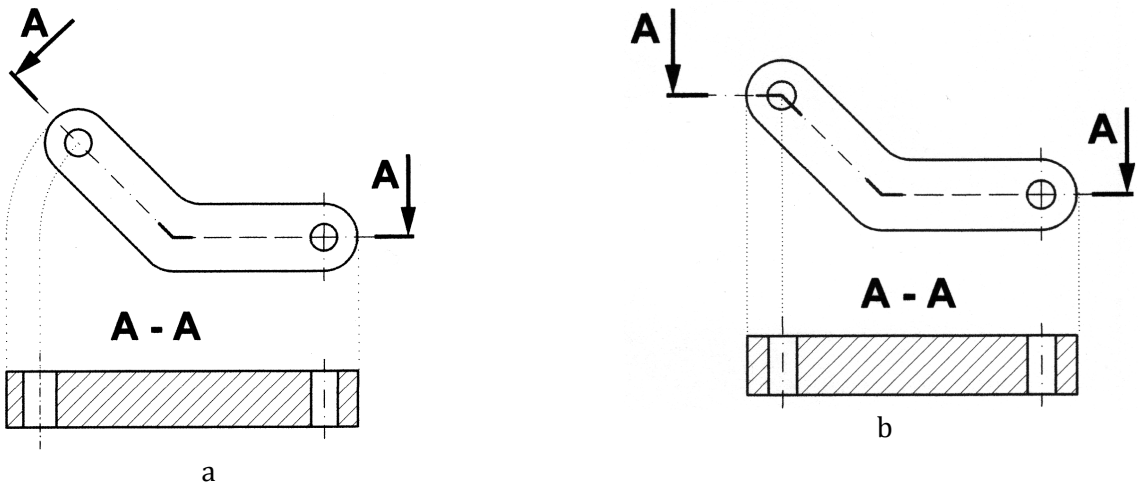



**Fig.55. Secţiunea longitudinală în arbori**

O secţiune asemănătoare cu secţiunea în trepte este şi **secţiunea frântă**, care este realizată cu două plane care se intersectează. Secţiunea frântă se proiectează pe un plan de proiecţie orizontal, vertical sau lateral, dacă traseul de secţionare este paralel cu un asemenea plan. Astfel, traseul de secţionare A-A din **Fig.56.a.** are capătul din partea dreaptă paralel cu planul orizontal de proiecţie aşa încât cealaltă porţiune oblică se va rabate pe planul orizontal, decalarea haşurilor nefiind necesară. În acest fel proiecţia rezultată prin rabatere, ne va arăta adevărata mărime a porţiunii oblice a piesei.

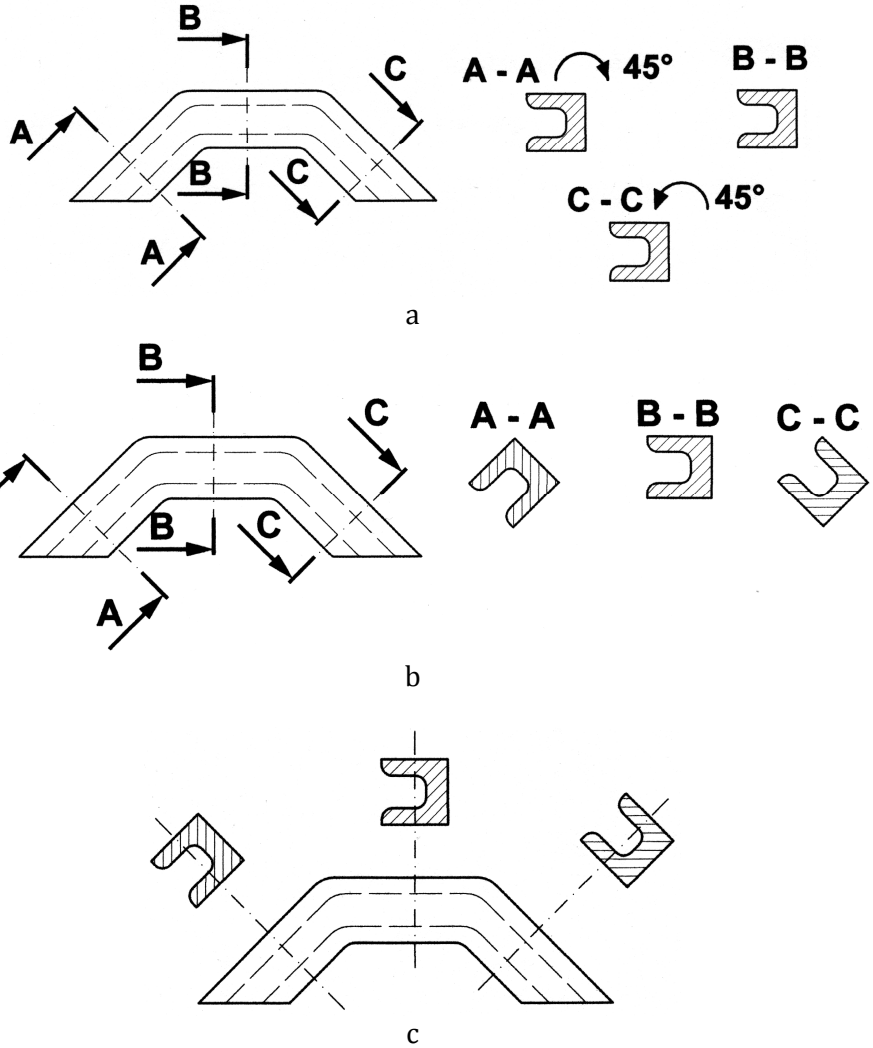



a b

**Fig.56. Secţiune frântă (rabătută)**

Dacă în schimb partea oblică a piesei (**Fig.56.b**) este cuprinsă între 2 plane de proiecţie ortogonale principale (orizontal, vertical sau lateral), rabaterea nu se va mai face, piesa fiind reprezentată prin proiecţie directă pe aceste plane. În acest caz, proiecţia secţiunii A-A nu ne va arăta adevărata mărime a piesei, rezultând o imagine falsă a gabaritului piesei.

Secţiunile înclinate (oblice), mai ales în cazul obiectelor cu configuraţie complexă, pot fi plasate în mai multe moduri, cel mai simplu fiind succesiv (**Fig.57.a.**). O altă soluţie ar consta în rotirea proiecţiilor rezultate în urma secţionării (**Fig.57.b**.) caz în care marcajul traseului de secţionare trebuie însoţit de săgeata care să indice sensul şi unghiul de rotire a proiecţiei.




a b c

**Fig.57. Secţiuni înclinate**

Acest tip de proiecţie, prezentat în exemplele de mai sus, se mai numeşte şi secţiune deplasată. În **Fig.59** este dat un alt exemplu de **secţiune deplasată**, linia-punct care marchează traseul de secţiune fiind în acelaşi timp şi linia de axă a proiecţiei.

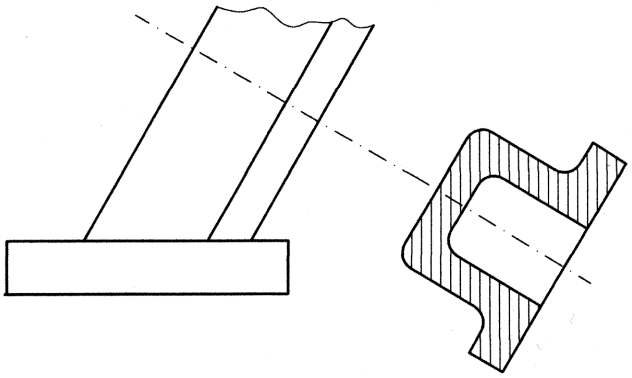


**Fig.59. Secţiune deplasată**

În unele situaţii, forma obiectului reprezentat în desen impune realizarea unor trasee de secţionare altele decât cele plane. Astfel, pentru piesa semicirculară din **Fig.60** traseul de secţionare va fi semicircular dus astfel încât să treacă prin centrele celor trei găuri plasate pe un arc de cerc.

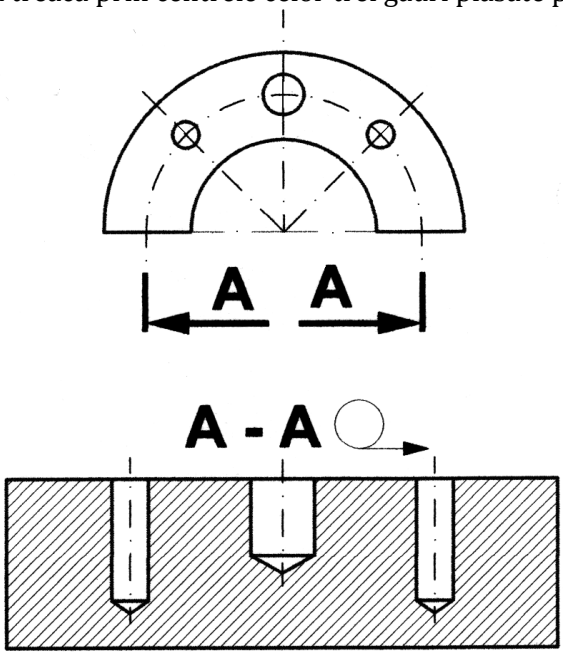



**Fig.60. Secţiune desfăşurată**

Rabaterea proiecţiei rezultate în urma secţiunii se va face pe un plan vertical, rezultând de fapt o desfăşurată a piesei, fapt care se evidenţiază printr-un marcaj specific (un cerc cu o săgeată tangentă la partea de jos a cercului).

Uneori secţiunea transversală printr-un obiect nu este marcată de traseul de secţionare şi nici nu este dusă în afara proiecţiei ci este suprapusă peste proiecţie (**Fig.61**).

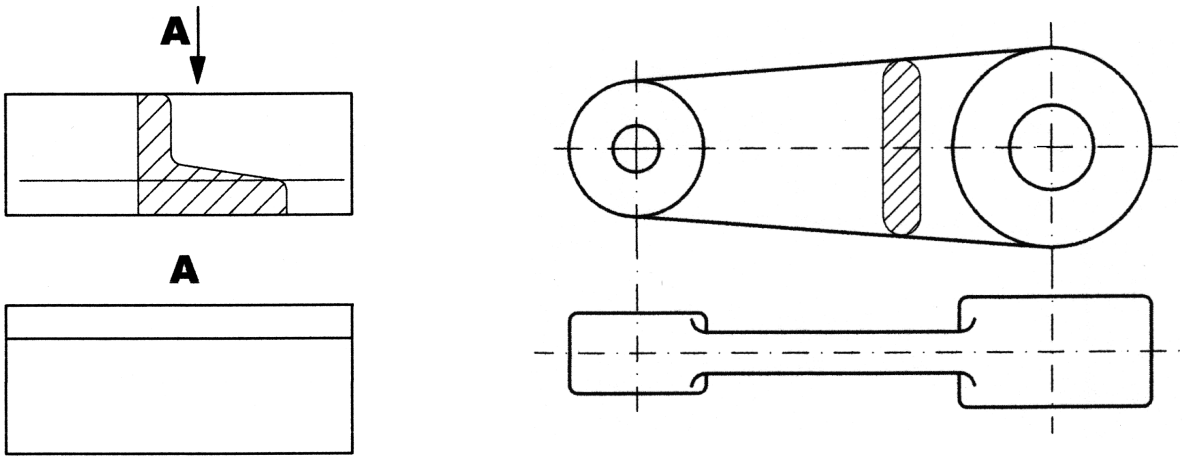



**Fig.61. Secţiunea suprapusă**

Va rezulta o aşa numită **secţiune suprapusă** care este realizată prin rabatere spre partea dreaptă a desenului, adică pe planul lateral drept.

Dacă metoda suprapunerii secţiunii nu este aplicabilă datorită configuraţiei obiectului se poate recurge la o **secţiune intercalată**. Acest tip de secţiune (**Fig.62**) presupune ducerea unui traseu de secţionare transversal la profilul obiectului reprezentat şi rabaterea proiecţiei rezultate spre planul lateral dreapta. În acest caz, proiecţia rezultată prin secţiune se va desena cu contur marcat cu linie continuă groasă dar se va include în interiorul proiecţiei pe unde s-a efectuat secţiunea. În acest scop, proiecţia se va întrerupe prin evidenţierea unor linii subţiri de ruptură trasate cu mâna liberă.

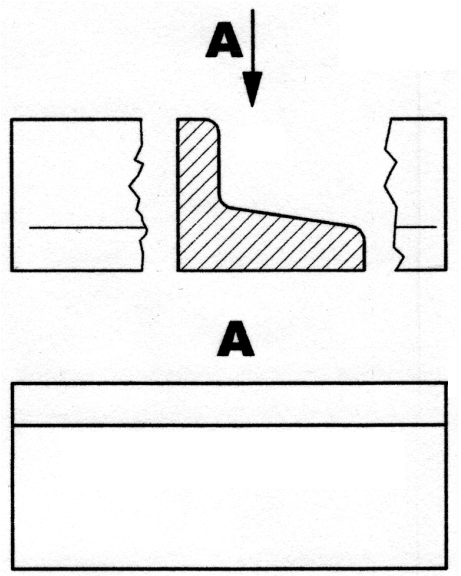



**Fig.62. Secţiunea intercalată**

Metoda este aplicabilă mai ales în cazul pieselor cu configuraţie simplă şi uniformă sau de lungime mare. Secţiunea intercalată, este o secţiune propriu-zisă şi fiind desenată cu linie groasă în adevărata ei mărime, aceasta va putea fi cotată, spre deosebire de cazul secţiunii suprapuse unde cotarea nu este recomandată, conturul secţiunii fiind trasat cu linie subţire.

În unele cazuri, fie în desenele de execuţie fie în cele de ansamblu, apare necesitatea de a reprezenta piesele sau subansamblele cu care se învecinează obiectul sau ansamblul desenat. Acest lucru este posibil (**Fig.63**) prin desenarea cu linie subţire de tip linie-două puncte a conturului obiectului învecinat.

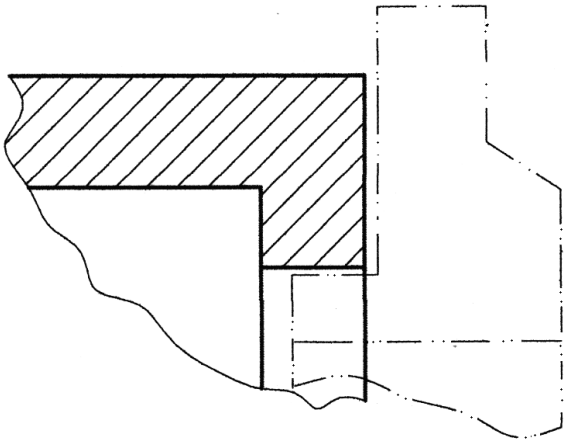


**Fig.63. Reprezentarea pieselor învecinate**

Piesele aflate în mişcare, mai ales în cazul desenelor de ansamblu se desenează în poziţiile extreme pe care le pot ocupa şi eventual intermediare cu linie subţire-două puncte (**Fig.64**).

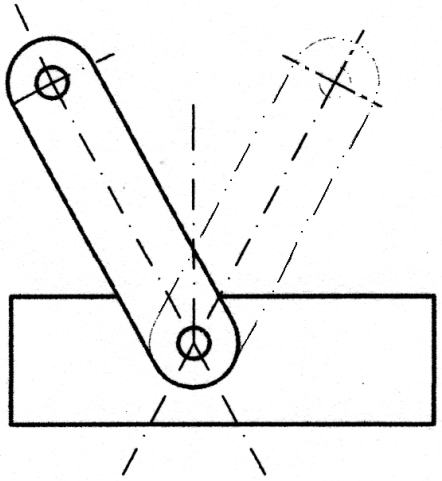


**Fig.64. Reprezentarea pieselor în mişcare**

În funcţie de situaţie, pe cele două poziţii extreme pe care le ocupă piesa aflată în mişcare în timpul funcţionării ansamblului, se poate trece un text scurt explicativ (de exemplu: "Închis"- "Deschis" sau "Poziţie avansată" – "Poziţie retrasă" etc.).

## *Cotarea în desenul tehnic*

Cotarea reprezintă operaţia de înscriere a dimensiunilor pieselor sau a subansamblelor care au fost reprezentate pe desenul tehnic. Elementele grafice ale cotării sunt prezentate sintetic în **Fig.65**.

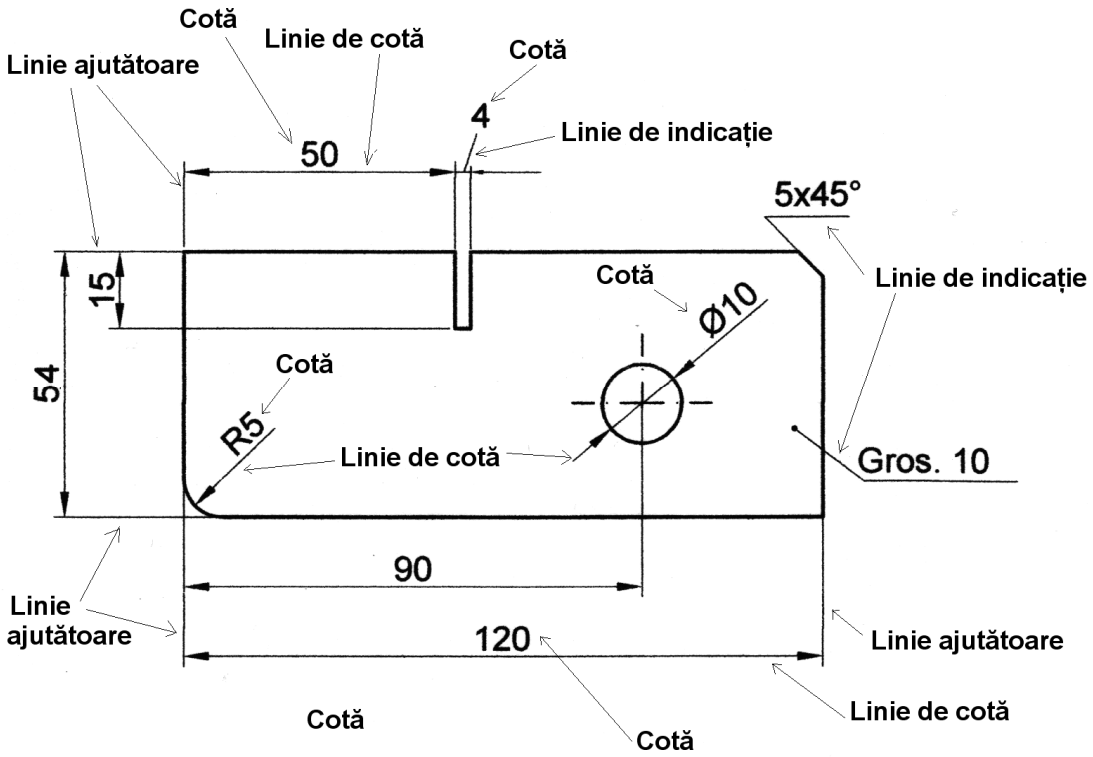



**Fig.65. Elementele cotării**

Aceste elemente sunt:

- Linia de cotă;
- Linia ajutătoare;

- Linia de indicaţie;
- Cota.

Toate aceste elemente sunt supuse unor reguli de aplicare, reguli care vor fi prezentate în continuare.

**Linia de cotă**, se trasează cu linie continuă subţire şi se trasează paralel cu liniile de contur ale proiecţiei piesei. Pe linia de cotă, deasupra ei cu circa 1,5...2mm, se scrie valoarea cotei. Linia de cotă se delimitează cu săgeţi a căror formă este prezentată în **Fig.66**. Lungimea săgeţii (cota a) va fi de circa 6...8 ori mai mare decât grosimea liniei continue groase utilizate la conturul piesei, dar nu va fi mai mică decât 2mm.

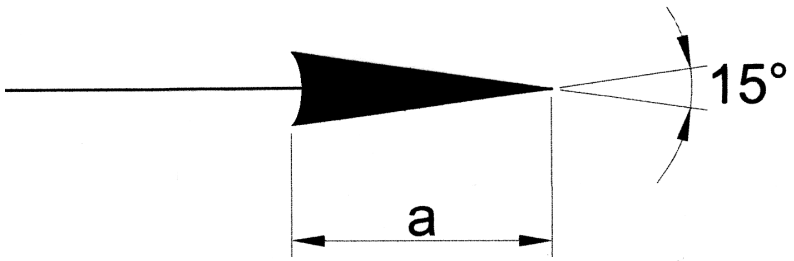



**Fig.66. Săgeata liniei de cotă**

Se recomandă ca, în funcţie şi de mărimea desenului, aceste săgeţi să aibă o lungime de circa 3..5mm. Toate săgeţile utilizate pe un desen trebuie să aibă aceeaşi mărime. În unele cazuri săgeţile de la extremităţile liniei de cotă se pot înlocui cu puncte sau cu combinaţii de săgeţi cu puncte, aşa cum se va preciza în continuare.

Săgeata nu va fi intersectată de alte linii, mai ales a celor de contur, cu excepţia liniilor de haşură. Dacă nu se poate evita acest lucru (**Fig.67**) atunci linia de contur va fi ştearsă în apropierea săgeţii.

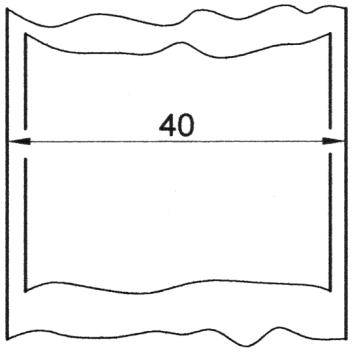



**Fig.67.Intersectarea săgeţii**

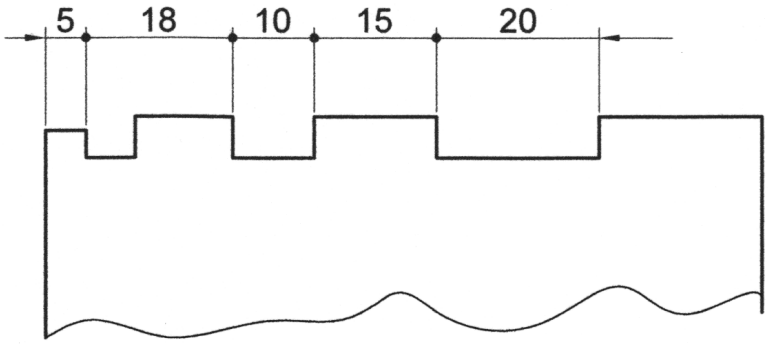



**Fig.68. Combinarea săgeţilor cu puncte**

Săgeţile pot fi înlocuite cu puncte, dacă se face o cotare în serie, dar în aşa fel încât săgeţile să fie plasate la cele două capete ale liniilor de cotă înseriate (**Fig.68**).

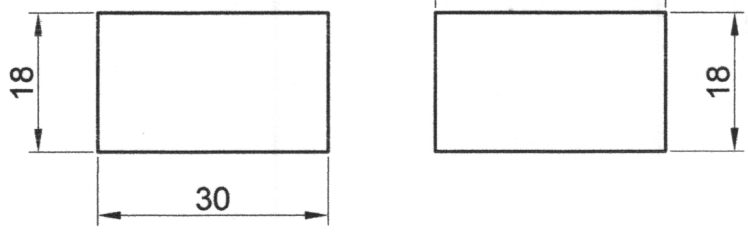



**Fig.69. Linie de cotă dreaptă**

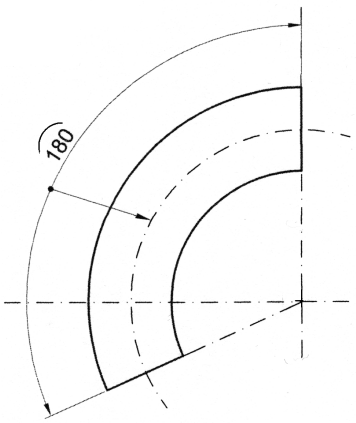



**Fig.70. Linia de cotă circulară**

Linia de cotă va fi dusă paralel cu conturul piesei la o distanţă de 7...10mm de acesta (**Fig.69**). Linia de cotă poate fi dusă oriunde în jurul conturului piesei. În cazul cotelor referitoare la lungimea unor arce de cerc, linia de cotă va fi dusă paralel cu acest contur în arc de cerc (**Fig.70**).

Linia de cotă nu va fi dusă în continuarea unor linii de contur (**Fig.71**) deoarece s-ar introduce ambiguităţi în citirea desenului.

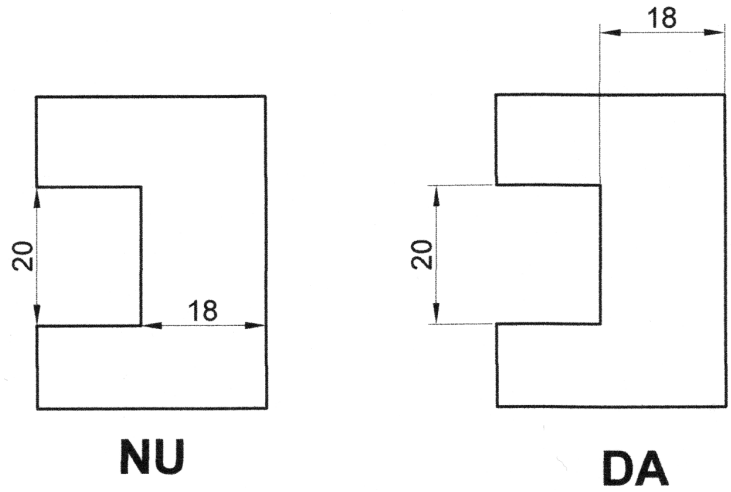



**Fig.71. Trasarea liniei de cotă**

Se poate găsi relativ uşor o altă poziţie de plasare a liniei de cotă, de preferinţă în afara conturului. Linia de cotă nu va fi dusă nici pe axele de simetrie ale unor proiecţii (**Fig.72**).

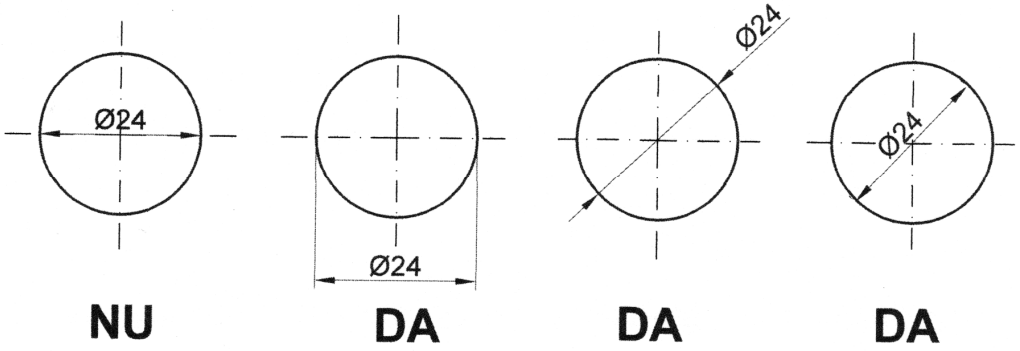



**Fig.72. Cotarea diametrului cercului**

În cazul în care trebuie duse mai multe linii de cotă paralele între ele (**Fig.73**) atunci se va avea în vedere ca distanţa dintre liniile de cotă să fie constantă pe tot desenul

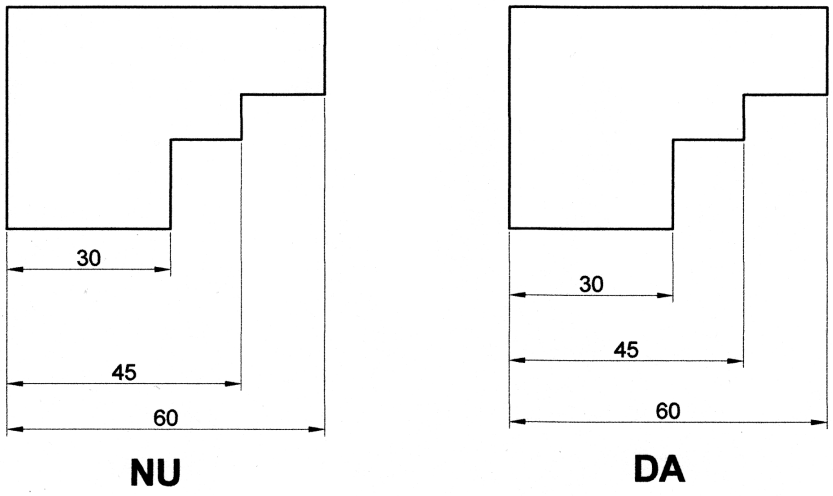



**Fig.73. Linii de cotă egal distanţate**

Distanţa dintre liniile de cotă duse în paralel va fi de preferinţă egală cu distanţa dintre cea mai apropiată linie de cotă de conturul obiectului, adică 7...10mm.

Cotarea unei piese prin intermediul liniilor de cotă se poate face în principiu, fie ducând liniile de cotă în interiorul conturului piesei, fie în exteriorul acestuia (**Fig.74**).

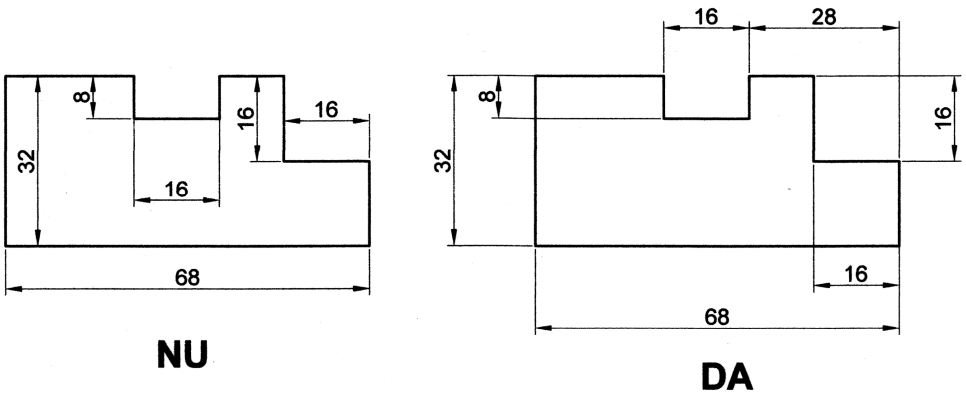



**Fig.74. Linii de cotă scoase în afara conturului**

Amplasarea liniilor de cotă pe desenul piesei nu se va face haotic ci urmărind logica formei obiectului reprezentat.

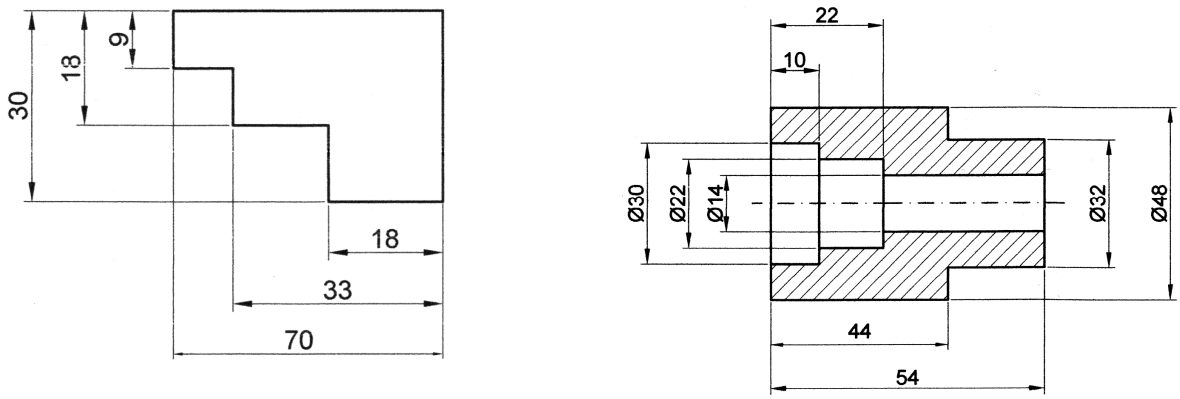



**Fig.75. Linii de cotă grupate**

Astfel liniile de cotă care se referă la o anumită suprafaţă a piesei (**Fig.75**) vor fi plasate separat de liniile de cotă care se referă la o altă suprafaţă. Această grupare a liniilor de cotă în funcţie de suprafeţele specifice ale piesei contribuie la o mai bună citire a desenului.

Liniile de cotă nu au voie să se intersecteze între ele (**Fig.76**). Se va căuta o soluţie de evitare a unei asemenea situaţii.

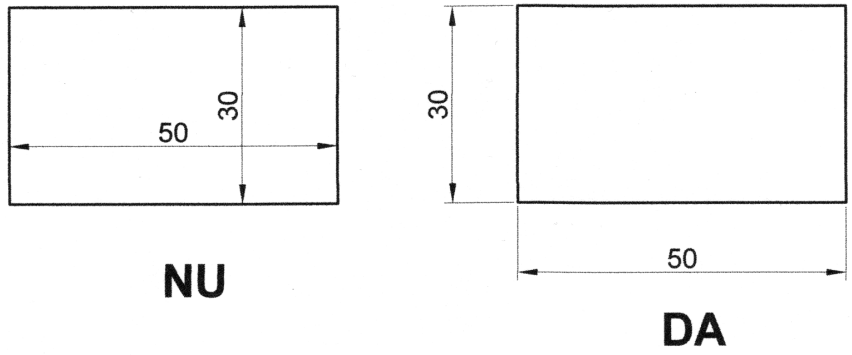



**Fig.76. Evitarea intersecţiei liniilor de cotă**

Cea mai bună soluţie în acest caz este de a scoate liniile de cotă în afara conturului sau de a duce liniile de cotă pe proiecţii diferite şi nu pe aceeaşi proiecţie.

Intersectarea liniilor de cotă nu trebuie să fie făcută şi de alte linii ale cotării (**Fig.77**). Liniile ajutătoare care delimitează liniile de cotă, sau chiar liniile de axă nu trebuie lăsate să se intersecteze cu nicio linie de cotă.

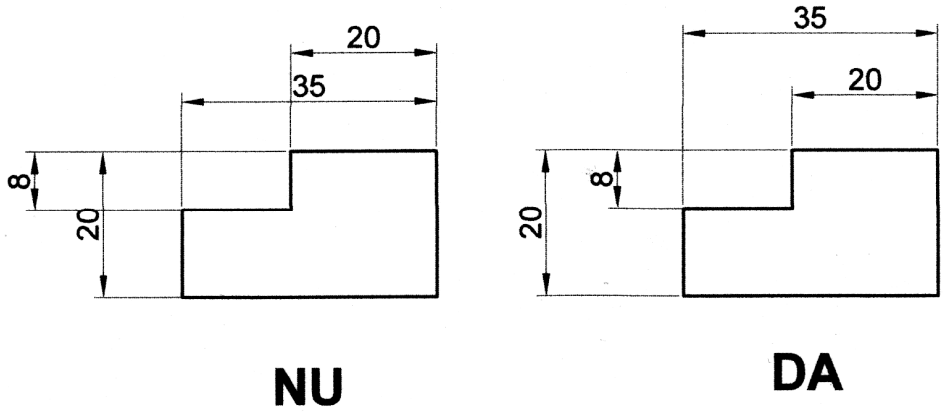



**Fig.77. Intersectarea liniilor de cotă**

La piesele simetrice sau formate din suprafeţe de revoluţie, se practică adeseori proiecţia de tip jumătate vedere-jumătate secţiune (**Fig.78**).

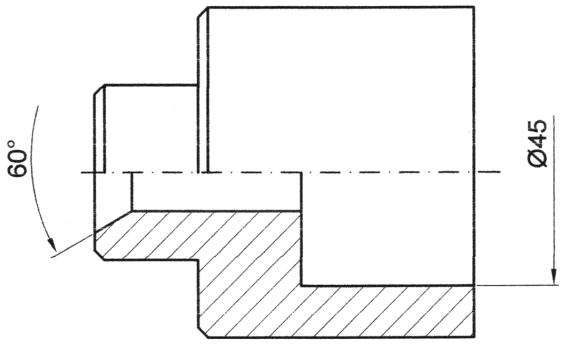



**Fig.78. Linii de cotă incomplete**

Pentru a cota suprafeţele piesei aflate în această situaţie de reprezentare, linia de cotă poate fi trasată incomplet. La partea vizibilă (prin secţiune) se va aplica linia de cotă cu săgeată, iar pentru partea acoperită (din vedere) linia de cotă va trece cu circa 5...10mm dincolo de axa de simetrie.

**Linia ajutătoare** se trasează cu linie continuă subţire şi indică, de regulă, suprafeţele între care se duc liniile de cotă. Linia ajutătoare trebuie să depăşească cu 1,5...2mm vârful săgeţii liniei de cotă (**Fig.79**).

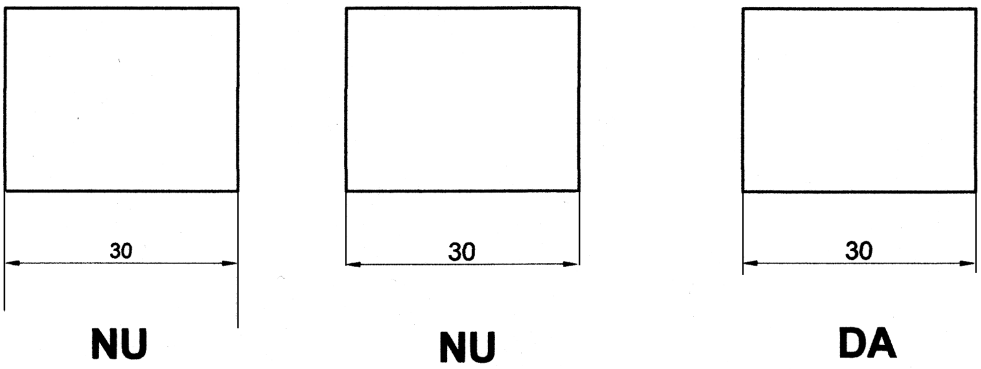
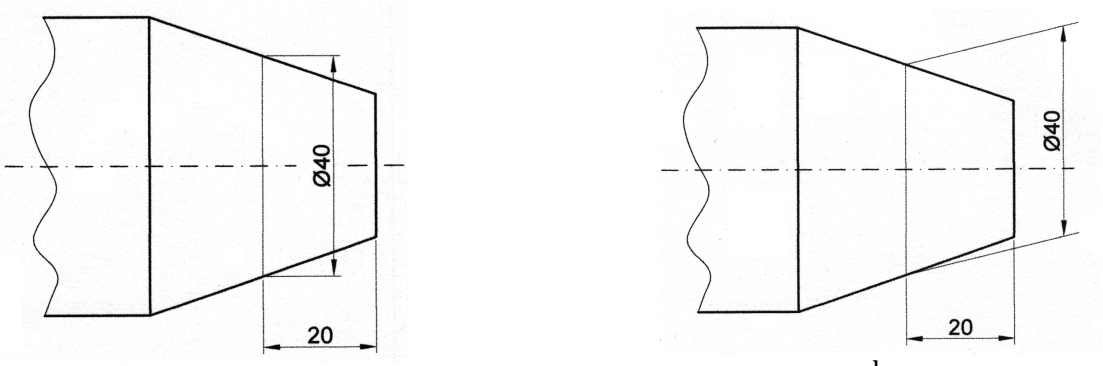



**Fig.79. Trasarea liniei ajutătoare**

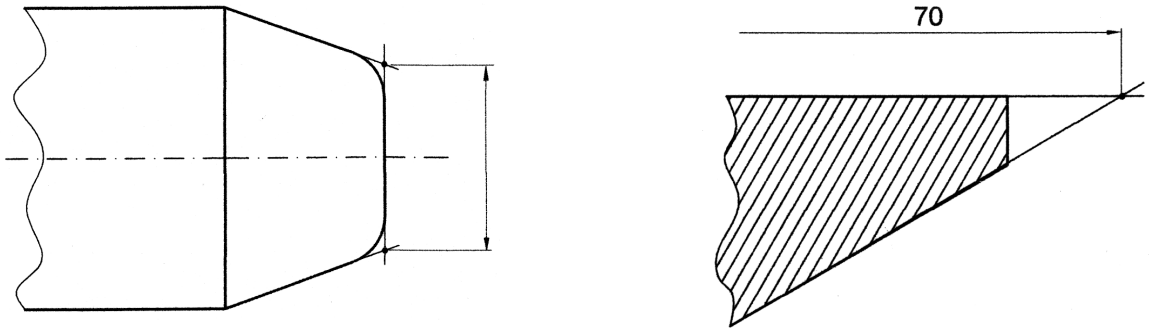
Liniile ajutătoare sunt în general perpendiculare pe liniile de cotă, dar în unele cazuri, pentru o mai mare claritate a cotării, acestea se pot duce înclinat (**Fig.80**) faţă de linia de contur, de obicei cu un unghi de $60^0$ dar paralele între ele.




a b

**Fig.80. Linii ajutătoare oblice**

Tot în cazul suprafeţelor conice sau oblice, liniile ajutătoare trebuie duse în continuarea liniilor de contur (**Fig.81**) pentru a se putea cota piesa cu ajutorul acelor puncte fictive rezultate.

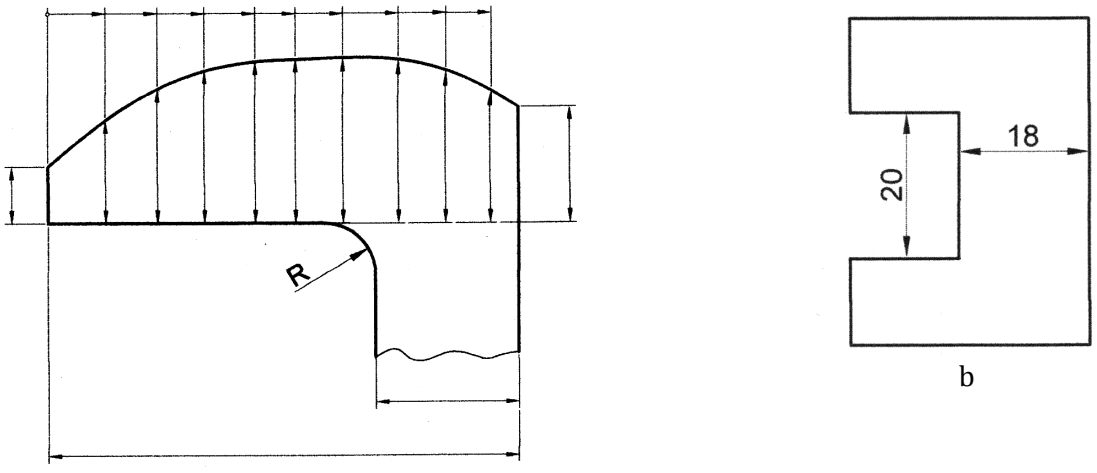



a b

**Fig.81. Linii ajutătoare duse în continuarea liniilor de contur**

În aceste cazuri liniile ajutătoare trebuie să depăşească cu circa 2...3 mm punctele fictive de intersecţie.

În cazuri speciale, cum este situaţia cotării unor suprafeţe curbe, altele decât arcul de cerc, se admite ca liniile de cotă să devină în acelaşi timp şi linii ajutătoare (**Fig.82.a**).




a b

**Fig.82. Linii de cotă şi linii de contur folosite ca linii ajutătoare**

De la caz la caz, chiar şi liniile de contur pot fi folosite ca linii ajutătoare în scopul realizării cotării piesei (**Fig.82.b**). Dacă însă spaţiul de pe foaia de desen ne permite, este de preferat ca liniile de cotă să fie scoase în afara conturului obiectului.

**Linia de indicaţie** se trasează cu linie continuă subţire şi serveşte de regulă pentru a preciza pe desen anumite prescripţii dimensionale sau tehnologice, care din lipsă de spaţiu nu pot fi înscrise deasupra liniilor de cotă. Linia de indicaţie poate avea la un capăt un braţ de indicaţie (pe care se scrie

prescripţia sau valoarea dimensiunii) iar la celălalt capăt se termină cu un punct îngroşat (dacă se sprijină pe o suprafaţă), cu o săgeată (dacă se sprijină pe o linie de contur) sau fără niciun punct sau săgeată atunci când se sprijină pe o linie de cotă (**Fig.83**).

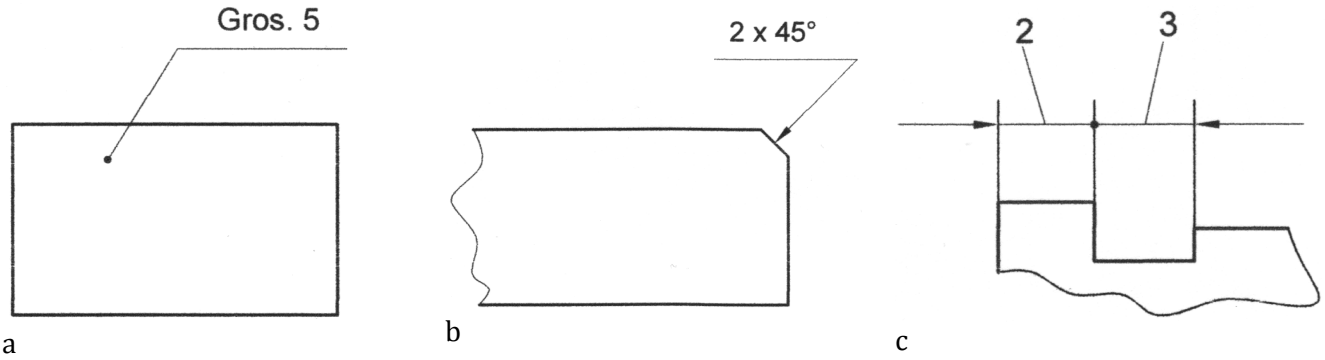



**Fig.83. Linii de indicaţie**

Liniile de indicaţie care se sprijină pe linii de cotă pot fi duse paralele între ele sau înclinate, iar pentru a preîntâmpina confuziile, cu lungimi diferite (**Fig.84**).

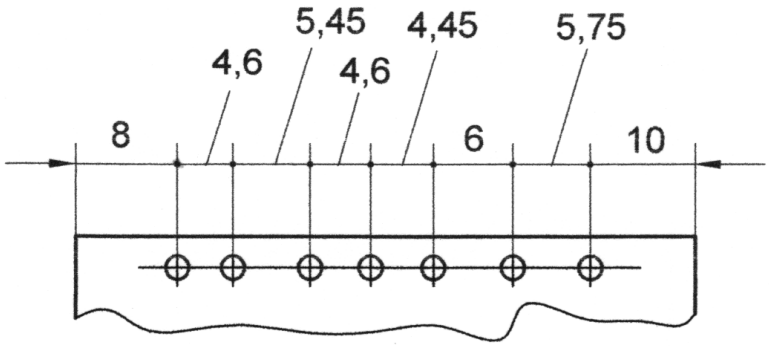



**Fig.84. Linii de indicaţie cu lungimi diferite**

**Cota** reprezintă valoarea numerică a dimensiunii cotate exprimată în milimetri, dar fără să fie urmată de simbolul unităţii de măsură (cu excepţia dimensiunilor unghiulare unde după valoarea unghiului se va da şi unitatea de măsură).

Cota se înscrie deasupra liniei de cotă, de obicei pe mijlocul liniei de cotă, cu aproximativ 1,5...2 mm (**Fig.85**). Dimensiunea nominală a cotei va fi de minimum 3,5 mm, funcţie şi de mărimea şi complexitatea desenului. Toate cotele (cifrele, literele, prescurtările, simbolurile) de pe un acelaşi desen trebuie să aibă aceeaşi dimensiune.

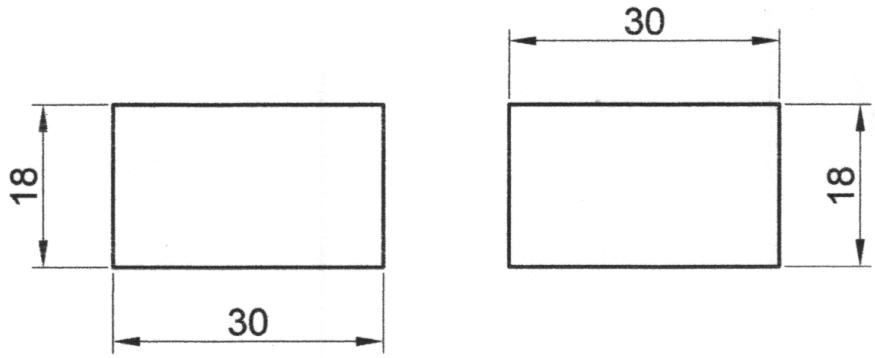



**Fig.85. Plasarea cotelor pe liniile de cotă**

Cota trebuie plasată pe linia de cotă astfel că să poată fi citită de jos sau din dreapta desenului în raport cu baza formatului (**Fig.86**).

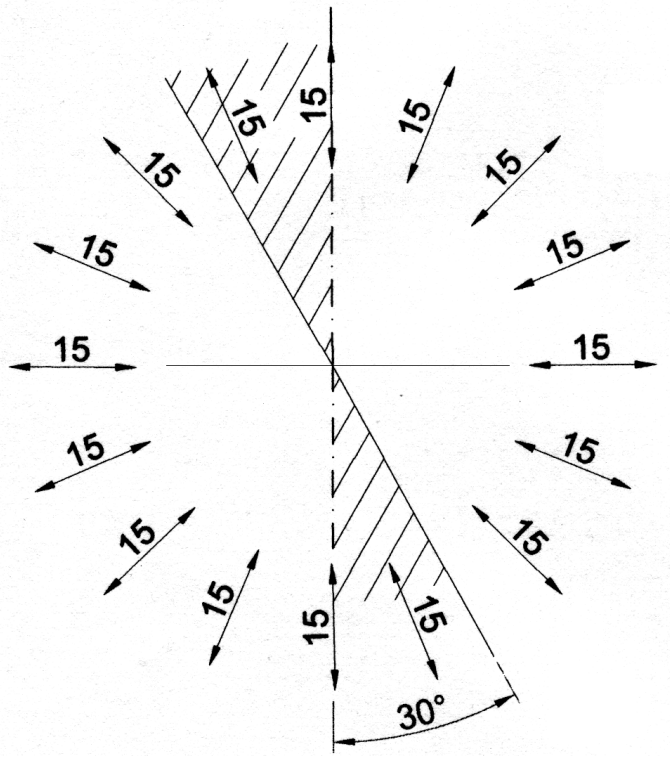



**Fig.86. Plasarea cotei pe linii de cotă înclinate**

Zona haşurată, din desenul prezentat, având unghiul la centru de $30^0$ , se va **evita** pe cât posibil, dar dacă acest lucru nu se poate atunci cota va fi plasată astfel ca "să nu cadă" de pe linia de cotă.

Cotele unghiulare pot fi scrise deasupra liniei de cotă circulare astfel încât să se respecte prevederile cotării dimensiunilor liniare, zona de $30^0$ faţă de dreapta orizontală trebuind a fi evitată (**Fig.87.a**).

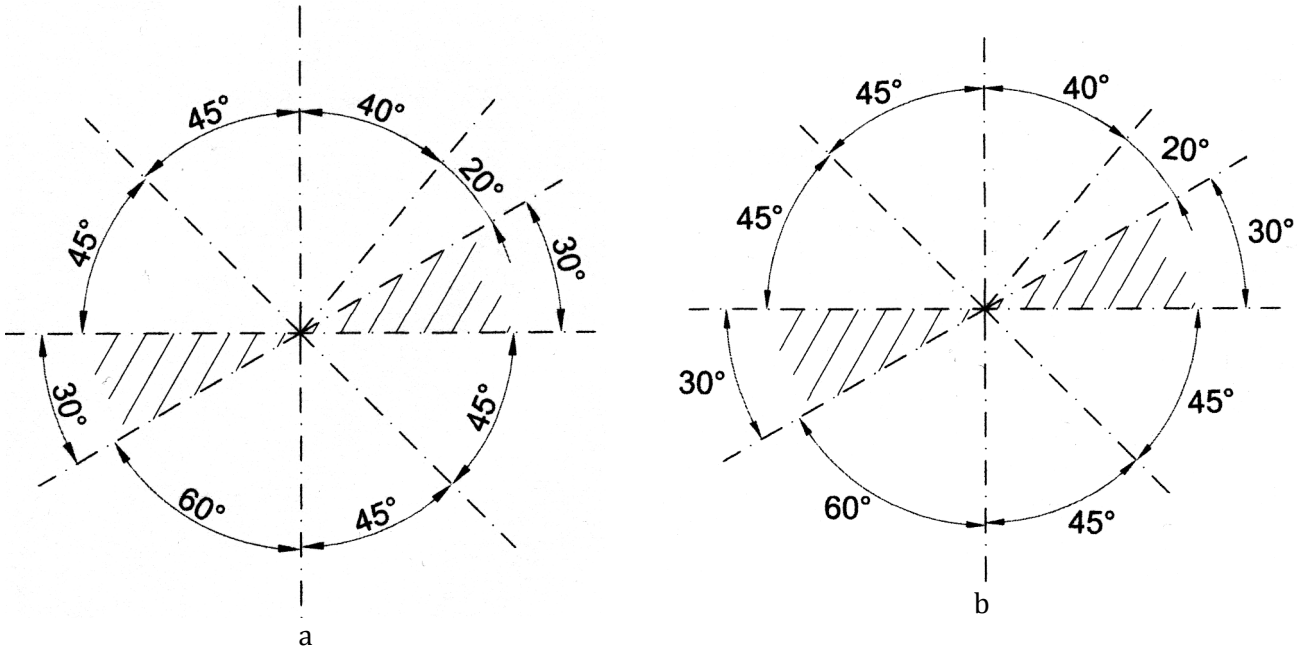



**Fig.87. Cotele unghiulare**

Valorile unghiurilor pot fi scrise şi astfel încât să poată fi citite de jos (**Fig.87.b**) dar în acest caz valorile unghiurilor vor fi plasate în exteriorul liniei circulare de cotă.

Pentru a se înţelege corect forma geometrică a suprafeţei cotate au fost create **simboluri** care se înscriu pe linia de cotă înaintea dimensiunii conform exemplelor de mai jos (**Tabelul 5**)

**Tabelul 5. Simboluri pentru cotare**

| **Simboluri utilizate în desenul tehnic** | | |
|---|---|---|
| **Simbol** | **Exemplu** | **Observaţii** |
| Ø | Ø 60 | Diametrul unei suprafeţe cilindrice interioare sau exterioare |
| □ | □40 | Latura unui pătrat |
| R | R 10 | Raza unei suprafeţe cilindrice interioare sau exterioare |
| SØ | SØ 50 | Diametrul unei suprafeţe sferice |
| SR | SR 12 | Raza unei suprafeţe sferice |
| ⌒ | ⌒30 | Lungimea unei suprafeţe în arc de cerc |
| sau | 1:100 | Înclinarea unei suprafeţe plane |
| sau | 1:5 | Conicitatea unei suprafeţe conice interioare sau exterioare |
| = | | Egalitatea a două cote |
| M | M 10 | Filet metric (mm) |
| W | W 1/2" | Filet Whitworth în ţoli |
| G | G 4" | Filet în ţoli pentru ţevi |
| Tr | Tr 52 | Filet trapezoidal |
| S | S 40 | Filet fierăstrău |
| Rd | Rd 40 | Filet rotund |
| E | E 40 | Filet Edison |
| KM | KM 40 | Filet metric conic |
| Br | Br 2" | Filet conic în ţoli (Briggs) |

Obiectele care au forme identice pe lungimi mari pot fi reprezentate cu linii de ruptură prin îndepărtarea unei porţiuni centrale, caz în care cota se va da la valoarea reală a piesei şi nu la valoarea reprezentată în desen (**Fig.88.a**).

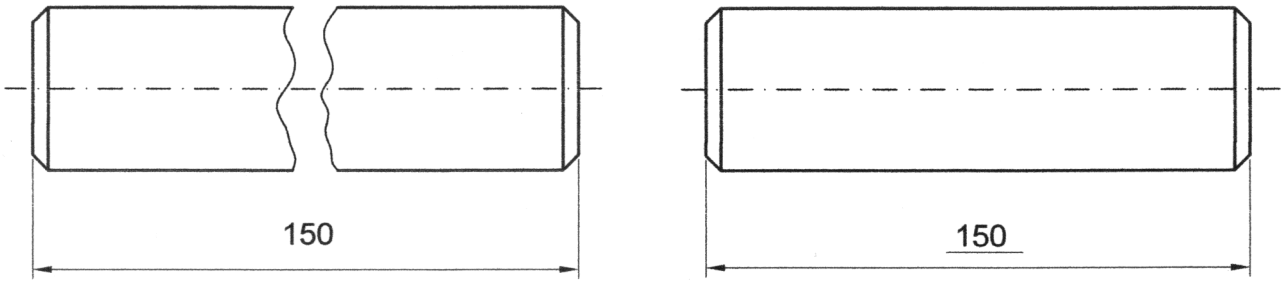



**Fig.88. Cota la scară**

Per de altă parte, dacă din diferite motive nu s-a putut realiza proiecţia obiectului la scara generală de reprezentare a desenului, atunci cota aplicată pe desen nu va fi reală, adică între dimensiunea proiecţiei şi valoarea cotei va fi o discrepanţă. Asemenea situaţii bineînţeles că trebuiesc evitate, desenul şi cotele trebuind să fie precis corelate. Dacă nu s-a putut respecta această prevedere importantă, atunci cota care nu corespunde realităţii se va sublinia (**Fig.88.b**).

Cotele se scriu întotdeauna cu aceeaşi înălţime nominală pe tot desenul, dar dacă spaţiul de pe linia de cotă destinat scrierii cotei este insuficient, nu vom recurge la micşorarea înălţimii scrierii ci vom scoate cota în afara spaţiului cotat (**Fig.89**).

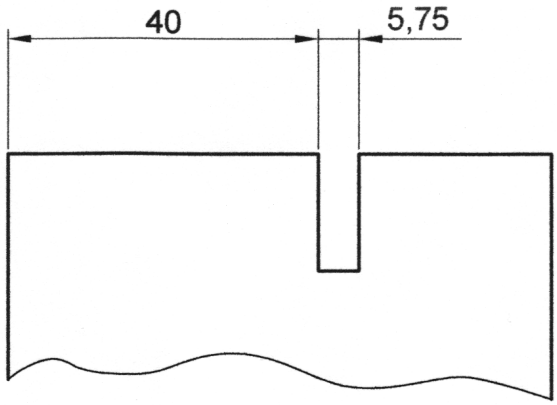



**Fig.89. Cotă mai mare decât spaţiul de pe linia de cotă**

Este de preferat ca scrierea cotei să se facă în partea dreaptă a liniei de cotă, pe exterior.

Se recomandă ca, la cotare, să avem în vedere ca nicio cotă să nu fie tăiată de linii de contur sau chiar de linii de axă (**Fig.90**). În acest scop, linia de axă se va şterge în zona cotei (vezi cota 30) sau se va decala (cota 60).

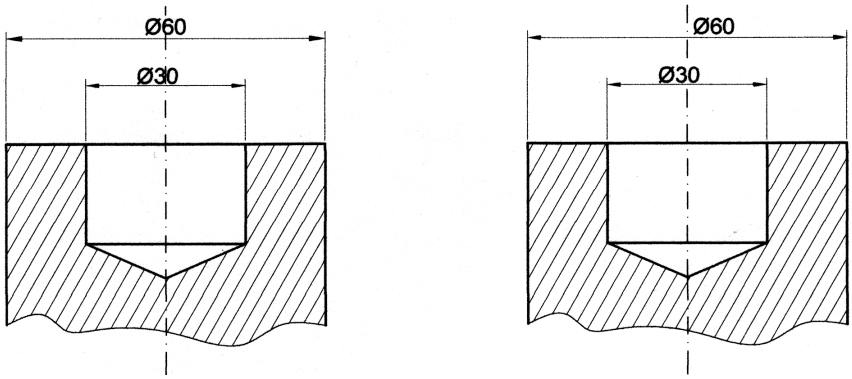



**Fig.90. Intersecţia cotelor**

Dacă liniile de axă intersectează cotele (le despart) atunci putem recurge la ştergerea axei în zona cotelor.

Tot aşa dacă suntem nevoiţi să ducem linia de cotă peste o suprafaţă reprezentată în secţiune, deci haşurată (**Fig.91**) vom avea grijă ca liniile de haşură să fie şterse în jurul cotei.

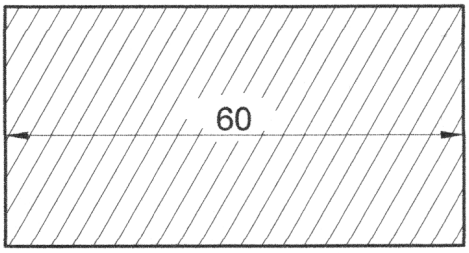



**Fig.91. Ştergerea haşurilor**

Dacă suntem nevoiţi să cotăm suprafeţe concentrice, exprimate prin multe linii de cotă dispuse paralel (**Fig.92**) va exista pericolul (mai ales dacă dimensiunile sunt apropiate) să citim eronat o cotă de pe o altă linie de cotă.

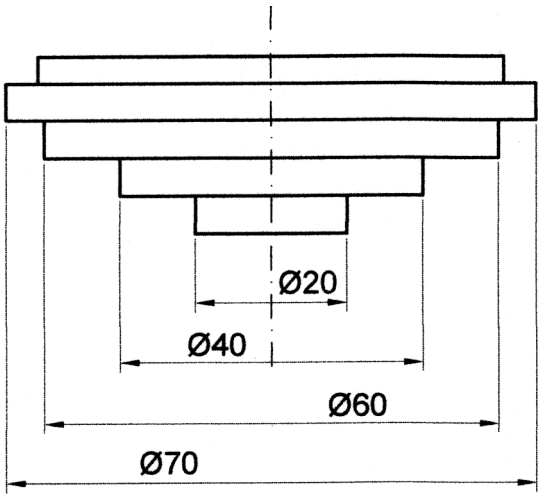



**Fig.92. Decalarea cotelor**

Tot din teama de a nu crea confuzii prin modul de cotare, se va avea în vedere faptul că anumite cifre dacă sunt scrise înclinat pot fi citite greşit, cum e cazul cifrelor 6, 9 şi a combinaţiilor lor.

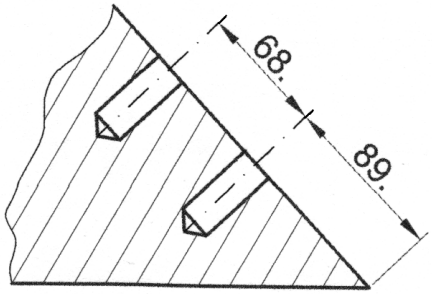



**Fig.93. Cote uşor de confundat**

De aceea, cotele de tipul 6...9...66...68...69...89 etc. vor fi urmate de un punct plasat la baza cotei (**Fig.93**).

Poziţia cercurilor pe un desen se va indica prin cotarea poziţiei centrelor cercurilor (**Fig.94**).

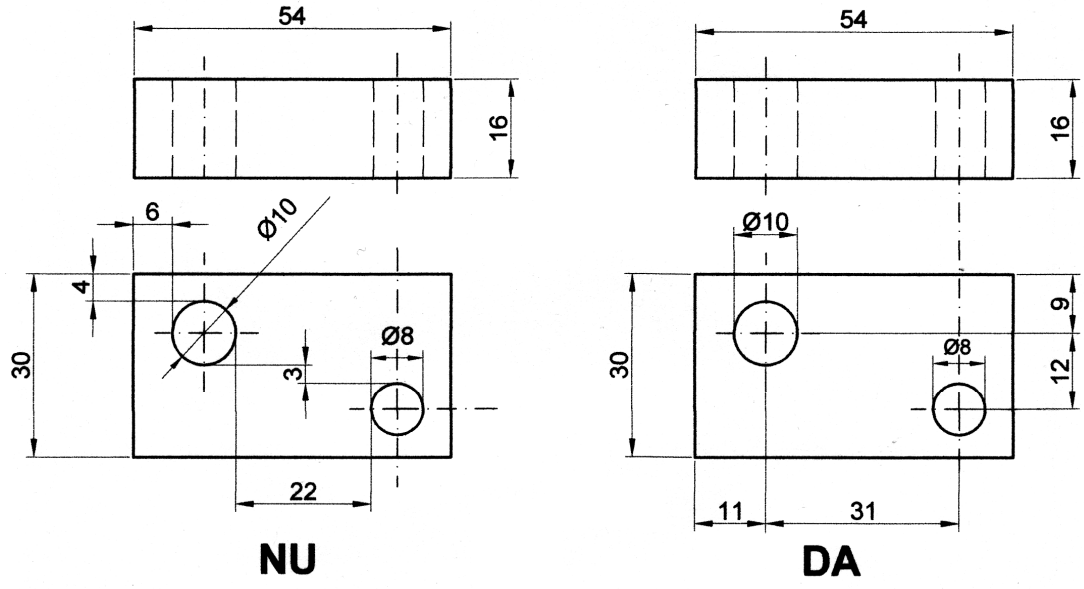



**Fig.94. Cotarea centrelor cercurilor**

Suprafeţele cilindrice, interioare sau exterioare, se vor cota prin indicarea valorii diametrului (şi nu a razei sau a grosimii pereţilor!) precedată de simbolul Ø (**Fig.95**).

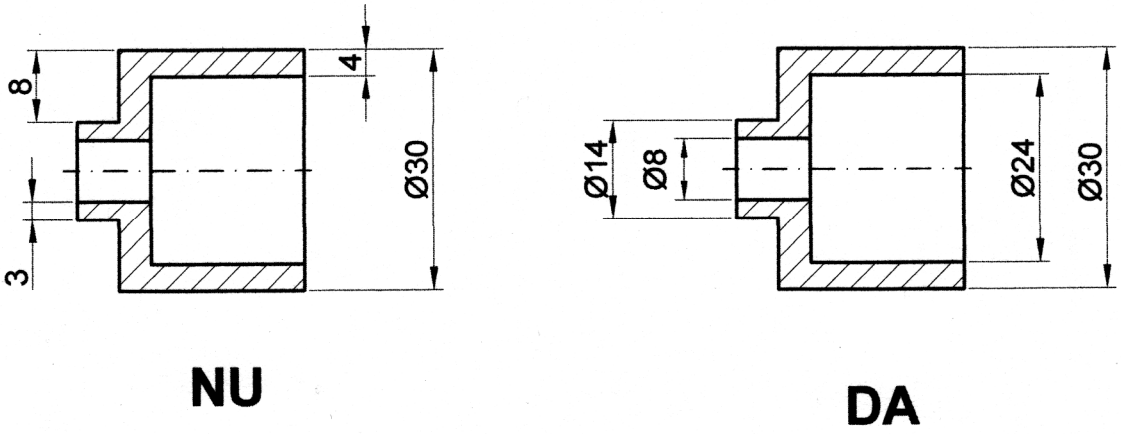



**Fig.95. Cotarea suprafeţelor cilindrice**

Pentru a simplifica reprezentarea unui obiect prin micşorarea numărului de proiecţii, se poate ca în cazul găurilor care trec prin obiect, să se scrie la cotare cuvântul străpuns, alături sau sub linia de cotă (**Fig.96**).

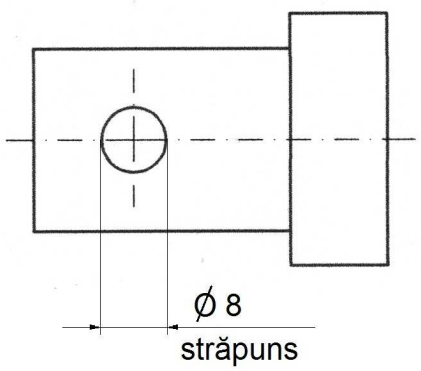



**Fig.96. Cotarea găurilor străpunse**

Dacă piesa are mai multe suprafeţe identice (spre exemplu, găuri) nu se va cota fiecare în parte ci doar una dintre ele şi se va specifica numărul de asemenea suprafeţe identice (**Fig.97**).

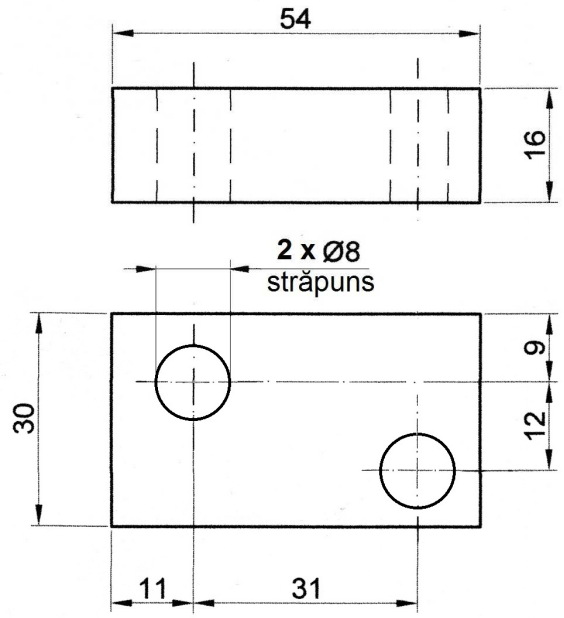



**Fig.97. Cotarea elementelor identice**

Pe linia de cotă se va scrie de exemplu numărul de găuri sub forma **2 x Ø8** , sau se va da diametrul găurii **Ø8** iar sub linia de cotă se va scrie în cuvinte **2 găuri**.

Suprafeţele care, pe o anumită zonă a desenului, se repetă cu regularitate pot fi reprezentate simplificat doar prin marcarea începutului şi sfârşitului acelei porţiuni (**Fig.98**).

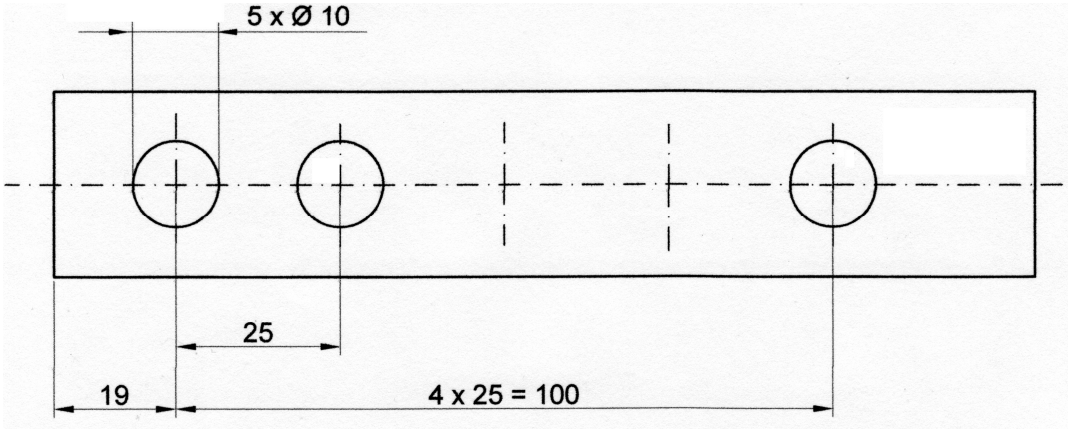



**Fig.98. Cotarea elementelor repetitive**

Dacă piesa are multe suprafeţe cilindrice interioare şi exterioare concentrice, la cotarea acestora se va avea în vedere necesitatea distribuirii lor cât mai echilibrat pe toată suprafaţa desenului (**Fig.99**).

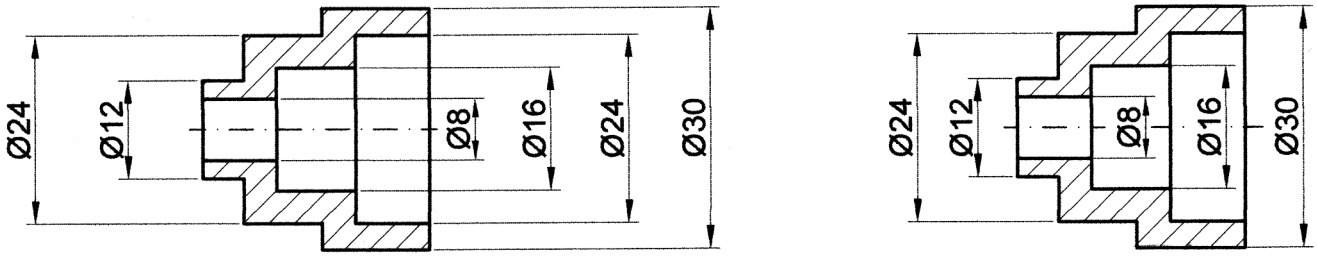



**Fig.99. Cotarea cercurilor concentrice**

Deşi este de preferat să scoatem liniile de cotă în afara conturului piesei, dacă acest lucru duce la o claritate mai redusă a reprezentării se vor distribui cote şi în interiorul conturului piesei.

Tot în cazul pieselor cu multe suprafeţe concentrice interioare sau exterioare se va căuta ca să se limiteze la 2 maximum 3, numărul de cote duse în paralel (**Fig.100**).

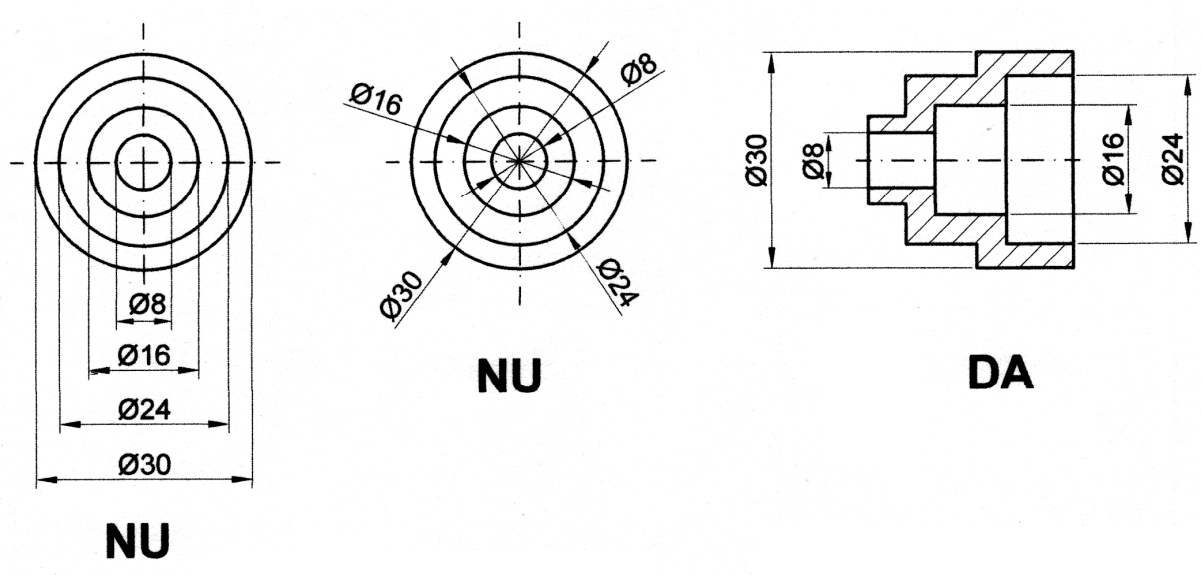



**Fig.100. Limitarea numărului de cote concentrice**

De asemenea, se va limita şi numărul de cote duse pe direcţie radială, acestea fiind şi mai greu de citit decât cele duse paralel (**Fig.101**). Cotele radiale vor limitate la maximum posibil în cazul cercurilor concentrice.

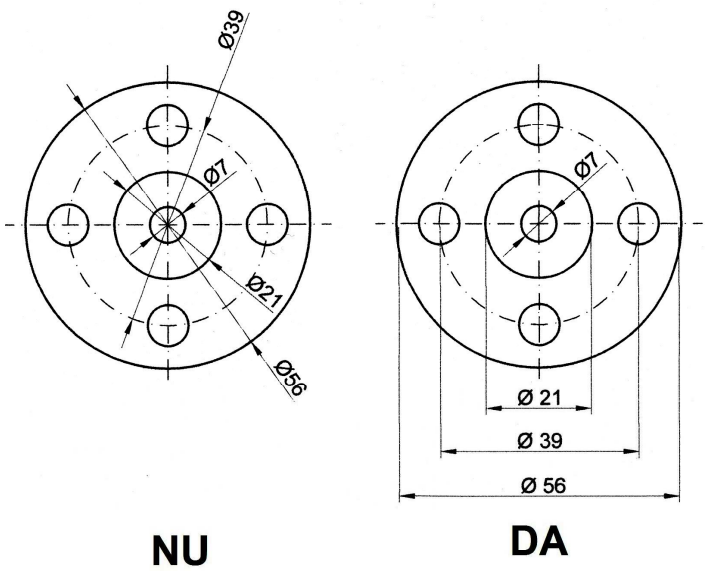



**Fig.101. Cote radiale**

Axele de simetrie ale unui cerc reprezentat pe desen, se duc cu linie-punct subţire şi trebuie să fie duse astfel încât întotdeauna centrul cercului să se găsească la intersecţia a două segmente de dreaptă din cadrul liniei de axă (**Fig.102**).

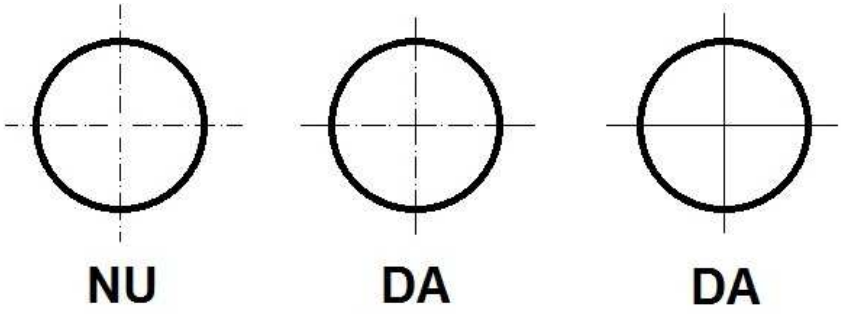



**Fig.102. Marcarea centrului cercului**

În cazul în care diametrul cercului este mic se poate înlocui linia de axă de tip linie-punct cu o linie continuă subțire.

Diametrul sau raza unei suprafețe sferice interioare sau exterioare se marchează prin simbolul S pus în fața simbolului de diametru sau de rază (**Fig.103**).

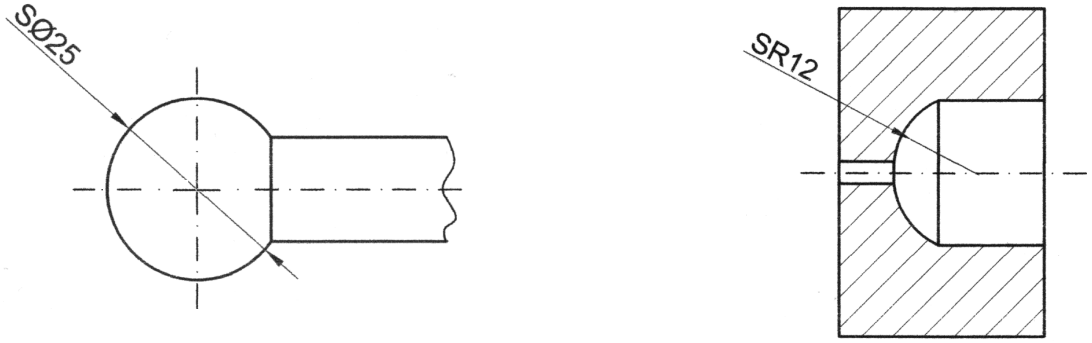
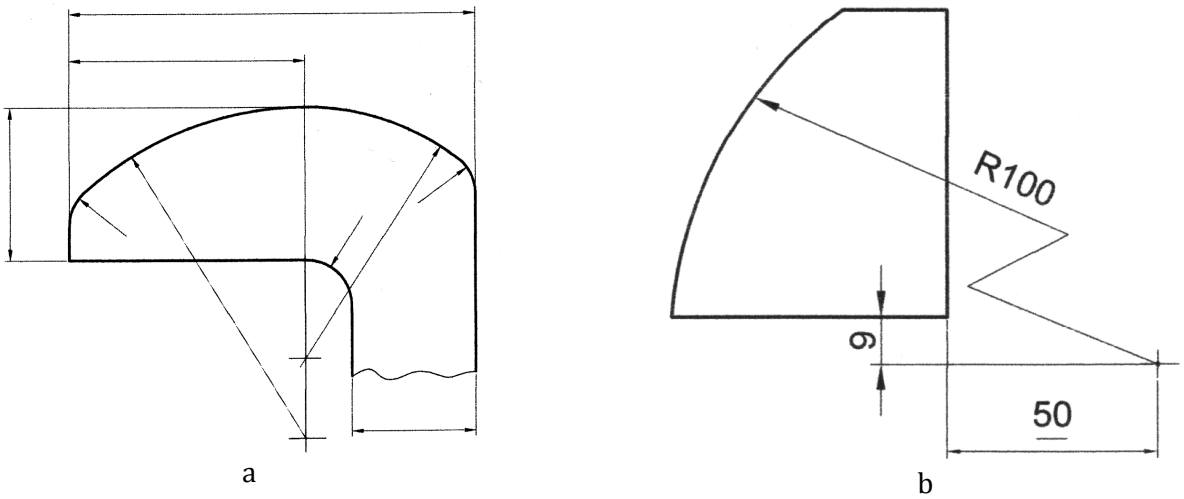



**Fig.103. Cotarea suprafețelor sferice**

Suprafețele cilindrice de mică întindere sau muchiile rezultate ca urmare a racordărilor realizate între două suprafețe plane sau de altă formă se cotează prin trasarea liniei de cotă pe direcție radială pornind din centrul de racordare și terminându-se cu o săgeată (**Fig.104.a**).




a b

**Fig.104. Cotarea razelor**

Pe linia de cotă se va trece dimensiunea razei de racordare precedată de litera R. Pentru raze mici de racordare, de regulă, centrul razei nu se cotează, decât dacă este necesar pentru înțelegerea reprezentării. Centrul razei va fi însă determinat prin cote liniare, iar ținând seama de faptul că centrul razei iese din planul desenului, cotele se vor sublinia pentru a arăta că nu sunt trasate la scara desenului (**Fig.104.b**).

Dacă din desen rezultă dimensiunea unei suprafețe de racordare (**Fig.105**) atunci cotarea razei nu este obligatorie.

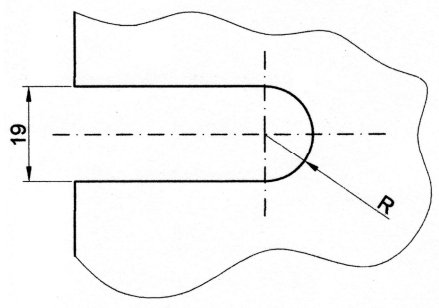



**Fig.105. Cotarea razei**

Teşiturile se duc în general la un unghi de $45^0$, astfel încât să fie egal distribuite între cele două suprafeţe care se intersectează şi care ar forma astfel o muchie ascuţită. Modul de cotare a teşiturilor este destul de variat (**Fig.106**) putându-se alege oricare variantă.

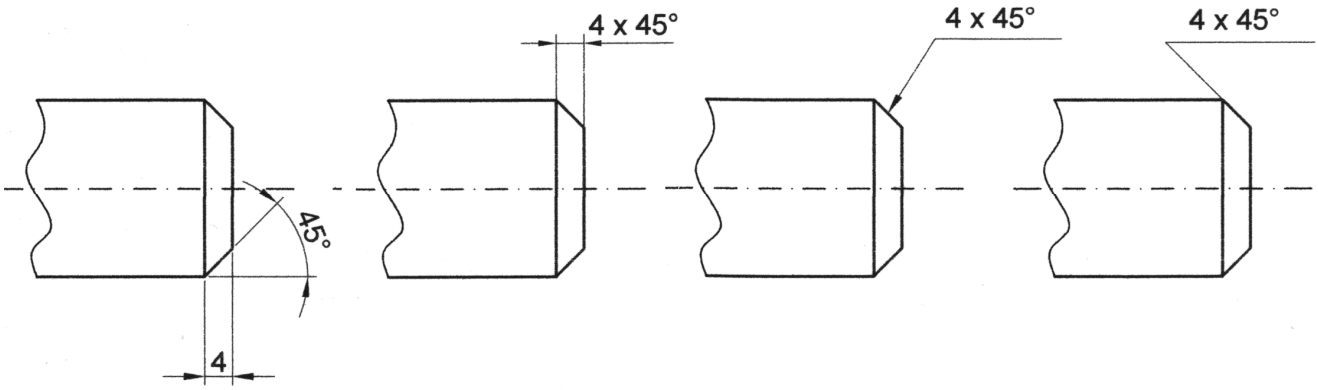



**Fig.106. Cotarea unei teşituri**

În unele situaţii, din cauza complexităţii piesei reprezentate suntem tentaţi să cotăm şi suprafeţe ascunse, desenate cu linie subţire punctată (**Fig.107**).

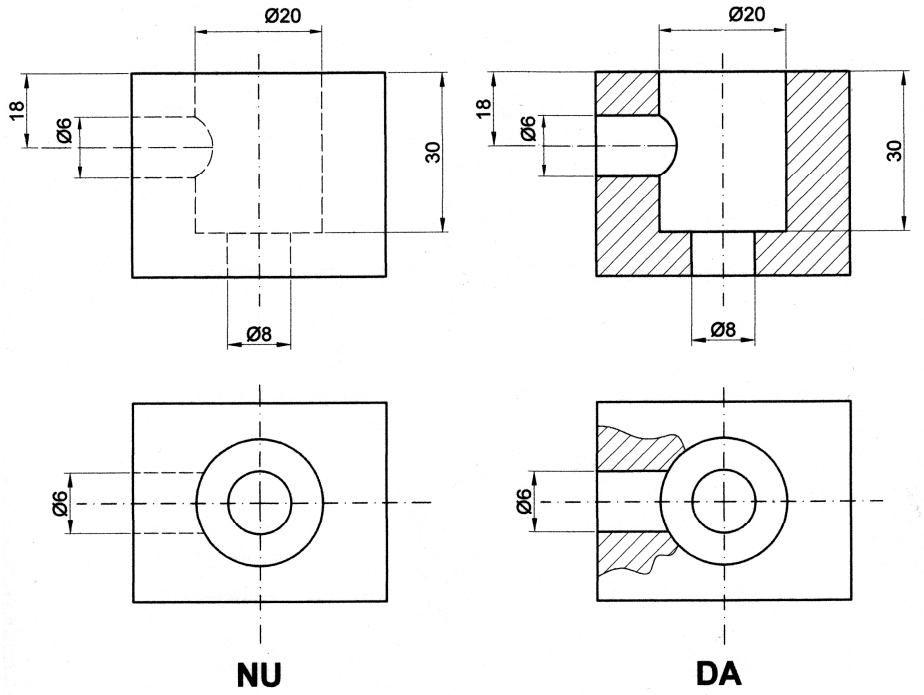



**Fig.107. Cotarea suprafeţelor ascunse**

Acest lucru **nu** este permis, iar pentru a nu încălca această prevedere se va recurge la realizarea unor rupturi sau secţiuni şi vederi parţiale, adică la asigurarea unei reprezentări cu linie groasă a suprafeţelor ascunse.

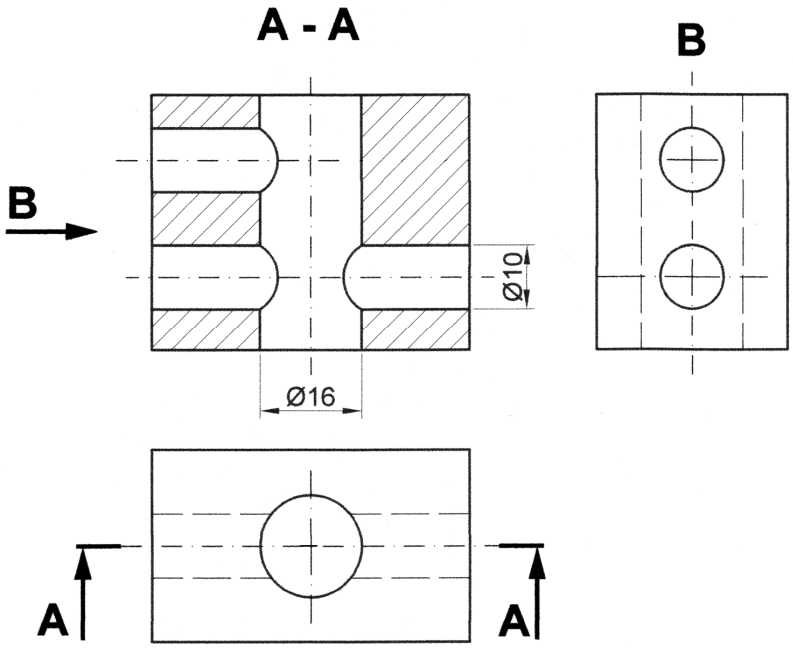



**Fig.108. Intersecţia suprafeţelor se revoluţie de diametre diferite**

Dacă se intersectează două suprafeţe cilindrice de diametru diferit se va obţine o curbă de intersecţie rotunjită (**Fig.108**) dinspre suprafaţa cu diametru mai mic spre cea cu diametru mai mare.

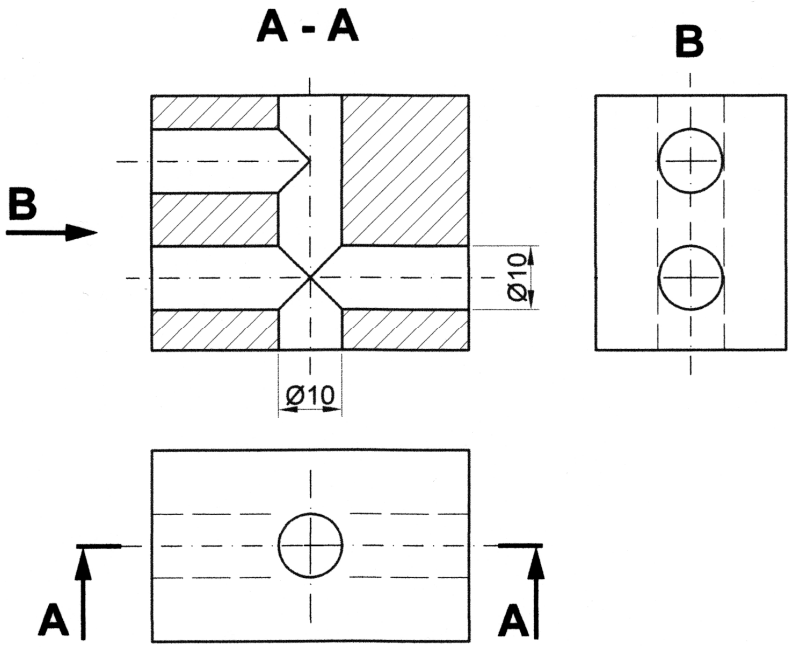



**Fig.109. Intersecţia suprafeţelor de revoluţie de diametre egale**

În cazul unor suprafeţe cu diametre egale, curba se vede ca dreaptă în secţiune longitudinală (**Fig.109**).

Astfel piesa din **Fig.110** ce reprezintă un mic arbore cu o suprafaţă plană (frezată) longitudinală iar cotarea lăţimii suprafeţei (cota 16) este greşită deoarece această suprafaţă va rezulta prin prelucrarea suprafeţei cilindrice cu o freză conform cotei radiale (cota 10).

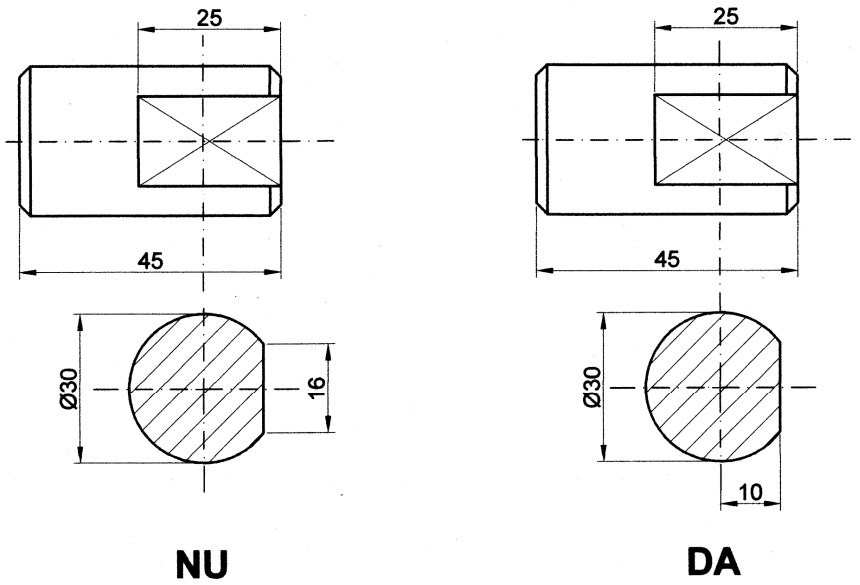



**Fig.110. Dimensiune rezultantă**

Tot aşa piesa din **Fig.111** fiind o piesă cu suprafaţă cilindrică exterioară, pentru a indica adâncimea canalului longitudinal, nu vom cota prin distanţa de la muchia canalului la suprafaţa de fund (cota 5) deoarece această cotă este dependentă de lăţimea canalului (cota 10), deci poziţia muchiei canalului depinde de lăţimea acestuia.

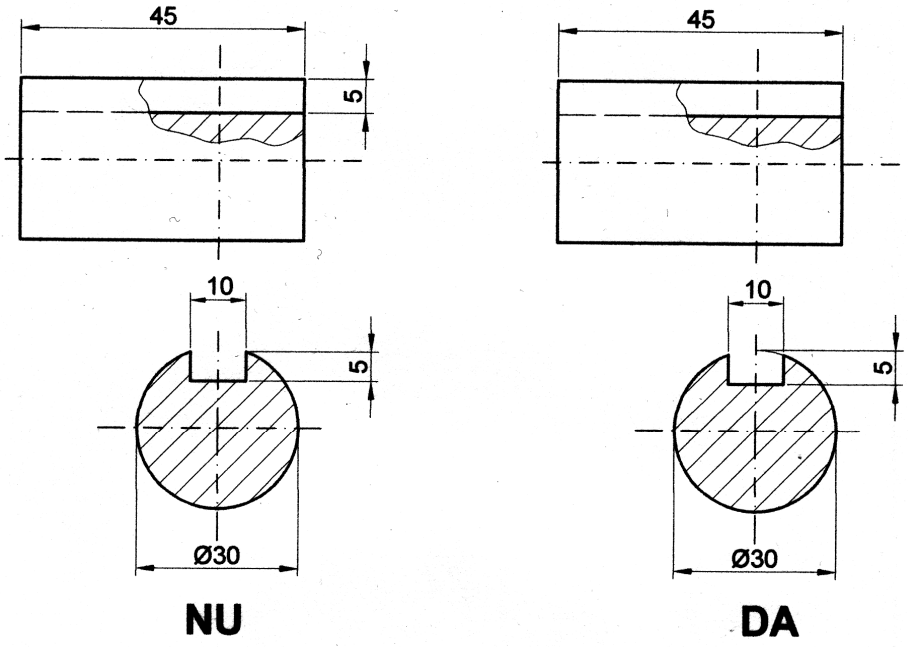



**Fig.111. Cotă dependentă**

Ca regulă generală, am putea stabili doar faptul că indiferent de modul de cotare pe care îl adoptăm, va trebui în mod obligatoriu să dăm cotele de gabarit ale obiectului reprezentat, iar în interiorul acestor cote de gabarit să dăm (n-1) cote. Cu alte cuvinte pentru piesa din **Fig.112** cotarea în serie este din mai multe puncte de vedere (mai ales tehnologice) inadecvată.

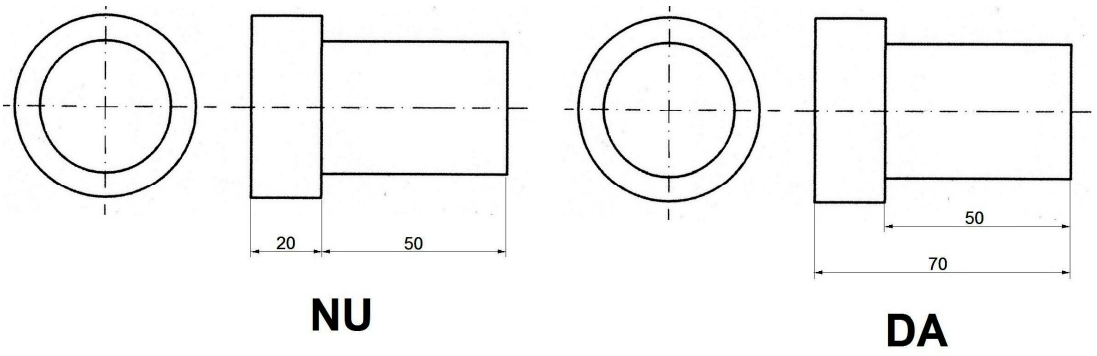
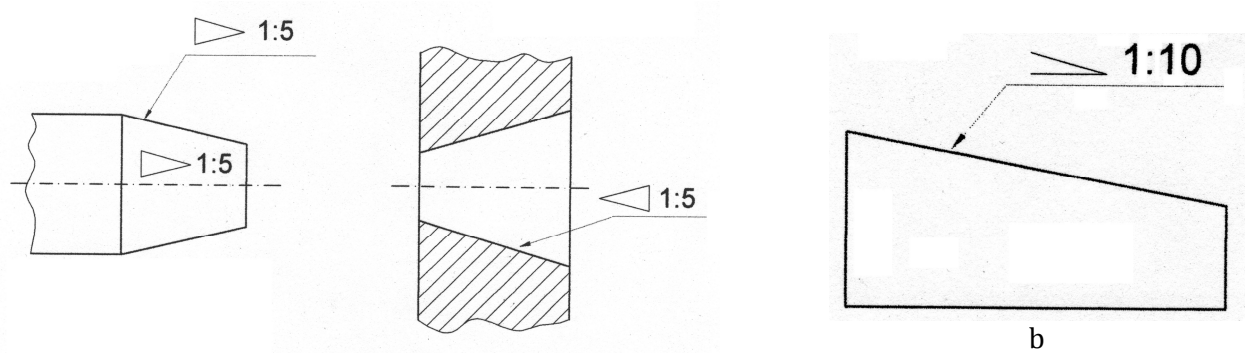



**Fig.112. Evitarea cotării în linie**

Conicitatea unei suprafeţe exterioare sau interioare se cotează prin indicarea simbolului înaintea indicaţiei de conicitate (**Fig.113.a**). Conicitatea este dată de relaţia:

$$K = \frac{D - d}{2L}$$

unde, D şi d sunt diametrele suprafeţei conice aflate la distanţa L una faţă de alta.




a b

**Fig.113. Cotarea conicităţii şi înclinării**

Simbolul se poate plasa direct pe axa piesei, având grijă ca vârful simbolului să fie îndreptat în spre vârful conului, sau se poate recurge la o linie de indicaţie. Înclinarea unei suprafeţe plane se cotează în mod similar (**Fig.113.b**).

Strierea poate fi dreaptă sau înclinată şi se execută cu nişte role speciale care au executate pe periferia lor aceste canale ascuţite, paralel sau înclinat faţă de axa lor geometrică (**Fig.114**).

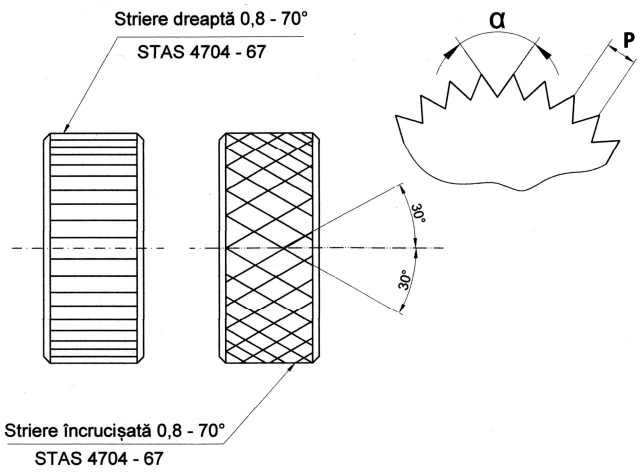



**Fig.114. Cotarea strierii**

Cotarea unei suprafeţe striate se face prin indicarea pasului (P) a dinţilor striaţiilor şi a unghiului (α) dinţilor. Pentru strierea pieselor din oţel unghiul va fi de $70^0$ iar pentru metale neferoase de $90^0$.

Sunt standardizate mai multe tipuri de degajări de rectificare dintre care mai jos sunt prezentate două tipuri (**Fig.115**). Prima formă (Forma A) se utilizează atunci când se doreşte rectificarea unei suprafeţe cilindrice, reprezentate în figură de linia orizontală.

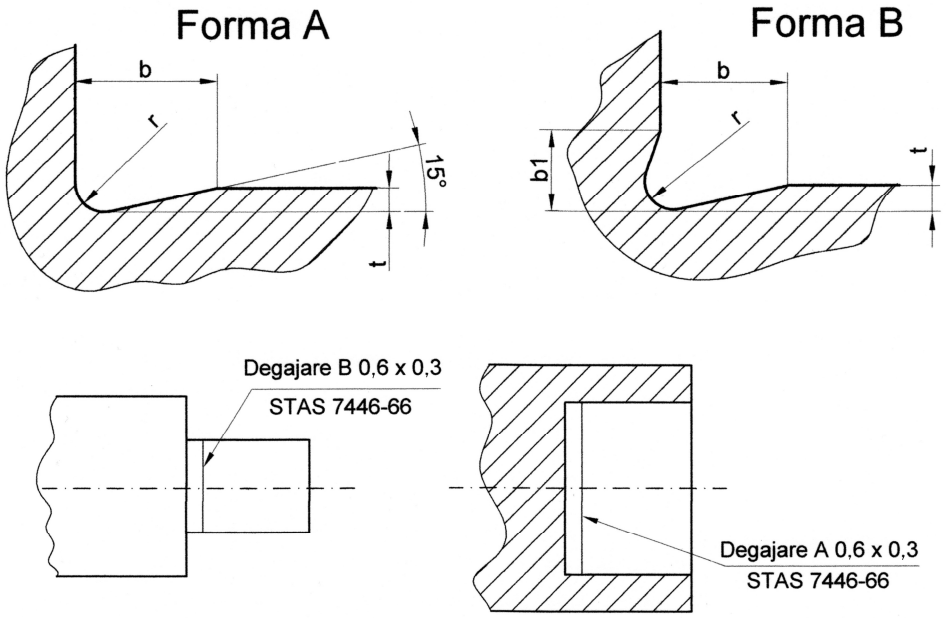



**Fig.115. Cotarea degajării de rectificare**

O altă suprafaţă des întâlnită pe desenele de execuţie este gaura de centrare. Gaura de centrare se execută pe piesele de revoluţie (arbori) la cele două extremităţi şi este destinată prelucrării pieselor pe strunguri sau pe maşini de rectificat rotund, prin aşa numitul procedeu de prelucrare "între vârfuri". Găurile de centrare sunt standardizate prin SR EN ISO 6441:2001 şi sunt de trei forme (**Fig.116**).

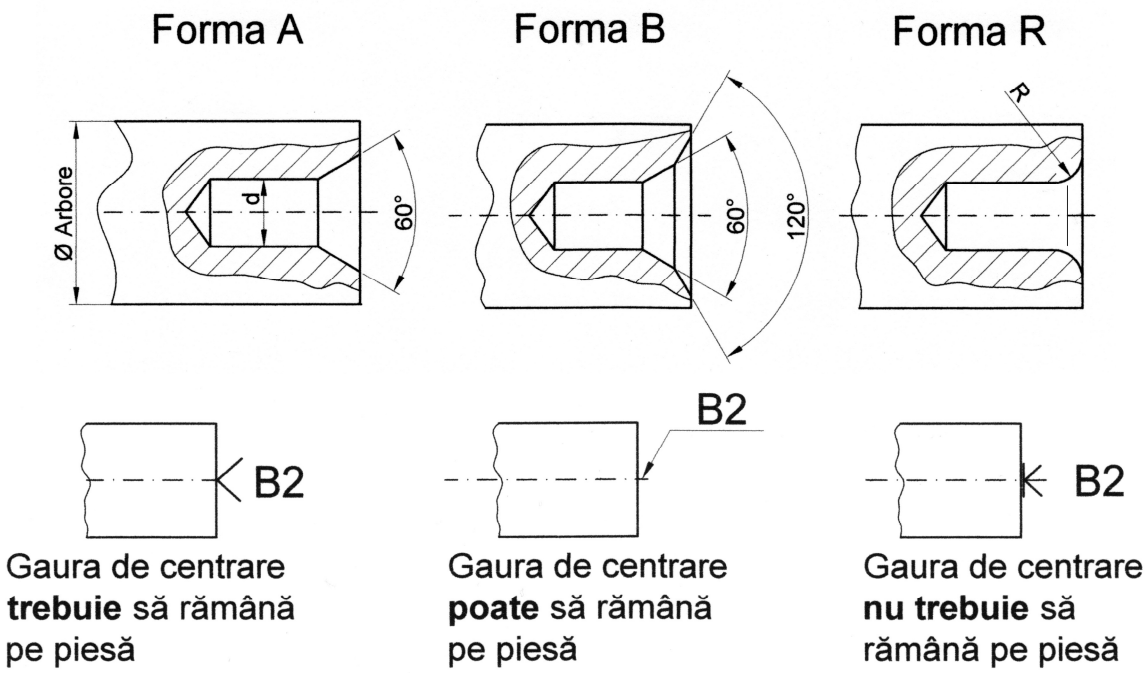



**Fig.116. Cotarea găurilor de centrare**

Pentru a se cota tratamente termice aplicate pe porţiuni reduse ale unei piese se va folosi linie-punct groasă dusă pe porţiunea care trebuie tratată termic, la mică distanţă de conturul piesei (**Fig.117**). Pentru a se specifica caracteristicile suprafeţei după tratamentul impus, se vor trece aceste date pe o linie de indicaţie. Mărimea porţiunii supusă tratamentului se poate delimita cu o cotă.

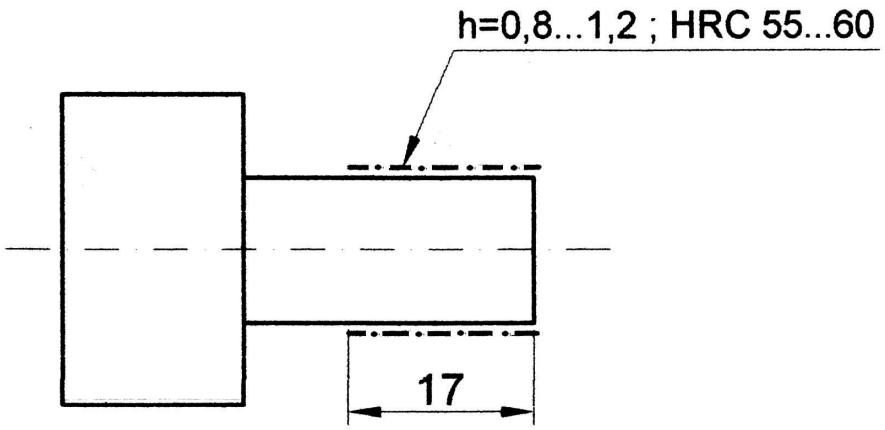



**Fig.117. Tratament termic local**

## *Reprezentarea unor organe de maşină*

Reprezentarea suprafeţelor filetate se face cu linie subţire, indicând diametrul de fund (la filetul exterior) sau diametrul de vârf (la filetul interior) iar în vedere laterală sau în secţiunea transversală cu un cerc incomplet (**Fig.118**). Zona de terminare a filetului se reprezintă cu o linie continuă groasă dacă filetul este în vedere.

### Asamblări filetate

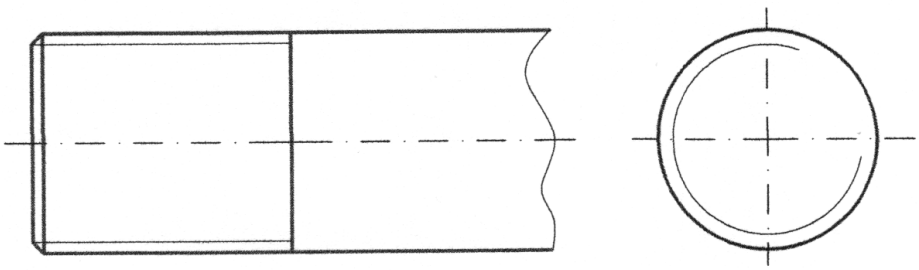


**Fig.118. Filet exterior în vedere**

Dacă filetul exterior este în secţiune, iar linia de terminare a filetului ar trece peste alte linii de contur a unor suprafeţe interioare, atunci terminarea filetului se va reprezenta cu linie subţire întreruptă, dar numai dacă este necesar şi dacă nu încarcă inutil desenul (**Fig.119**).

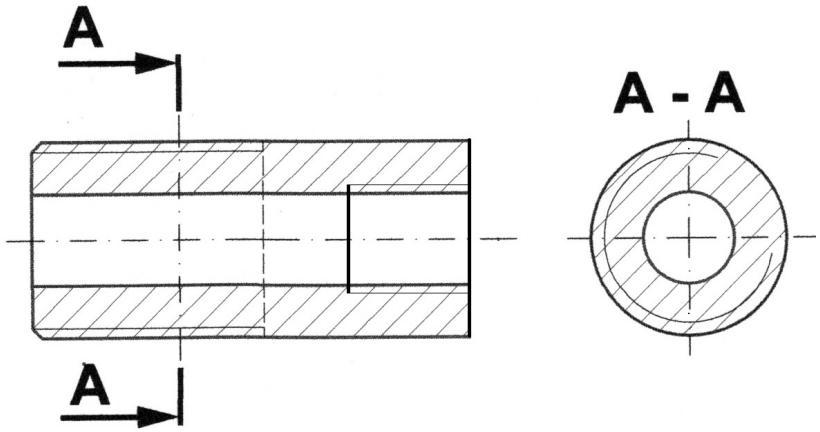
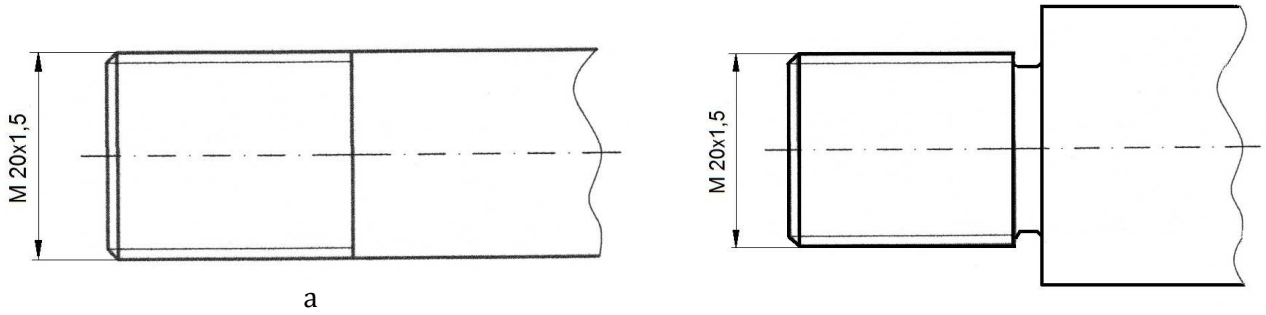



**Fig.119. Filet exterior şi interior în secţiune**

Filetul interior reprezentat în secţiune va avea trasată terminarea zonei filetate cu linie continuă groasă (**Fig.120**).

Terminarea porţiunii filetate, atât la şuruburi cât şi la piuliţe, se poate face în două feluri: cu ieşire sau cu degajare.




a b

**Fig.120. Reprezentarea filetului**

Pe desene, ieşirea filetului (**Fig.120.a**) nu se reprezintă şi nici nu se cotează, în schimb degajarea pentru filet trebuie reprezentată (**Fig.120.b**) şi cotată.

În secţiune transversală pe axa filetului, acesta se va reprezenta haşurat până la diametrul interior (**Fig.121**).

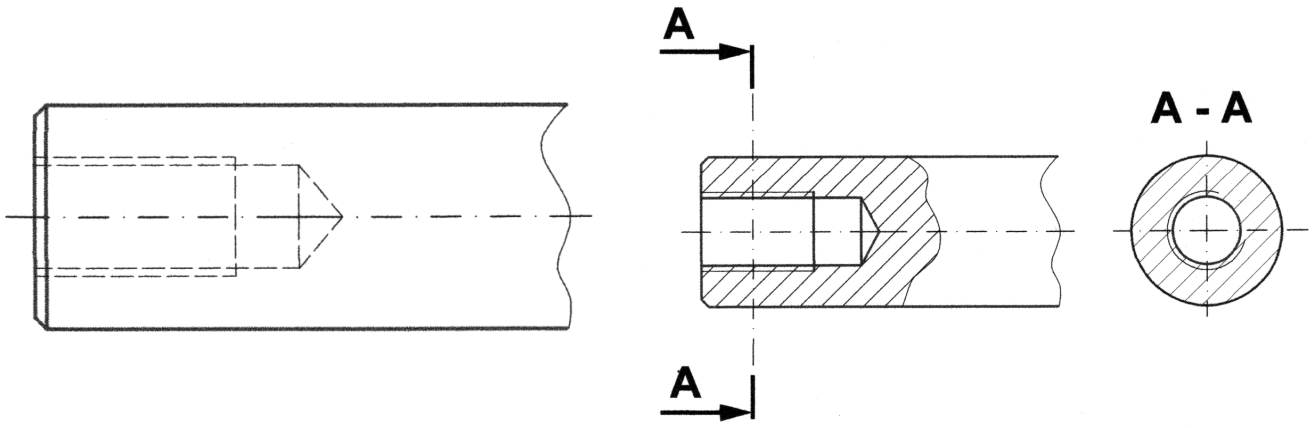



**Fig.121. Secţiune transversală prin filet**

În desenele de ansamblu asamblările filetate cu şurub (**Fig.122**) sau cu prezon şi piuliţă trebuie să ţină seama de faptul că între tija şurubului sau a prezonului şi gaura de trecere din piesa fixată trebuie să existe un joc funcţional. De asemenea gaura prevăzută pentru capătul tijei filetate, nu trebuie să fie filetată până la capăt, fiind necesar un mic spaţiu destinat sculei aşchietoare (tarodul) care realizează

filetul. De remarcat faptul că într-o asamblare de tip şurub-piuliţă dacă se duce o secţiune longitudinală **şurubul se va reprezenta întotdeauna în vedere** iar la zona de suprapunere a celor două elemente se va reprezenta filetul şurubului ca acoperind pe cel al piuliţei.

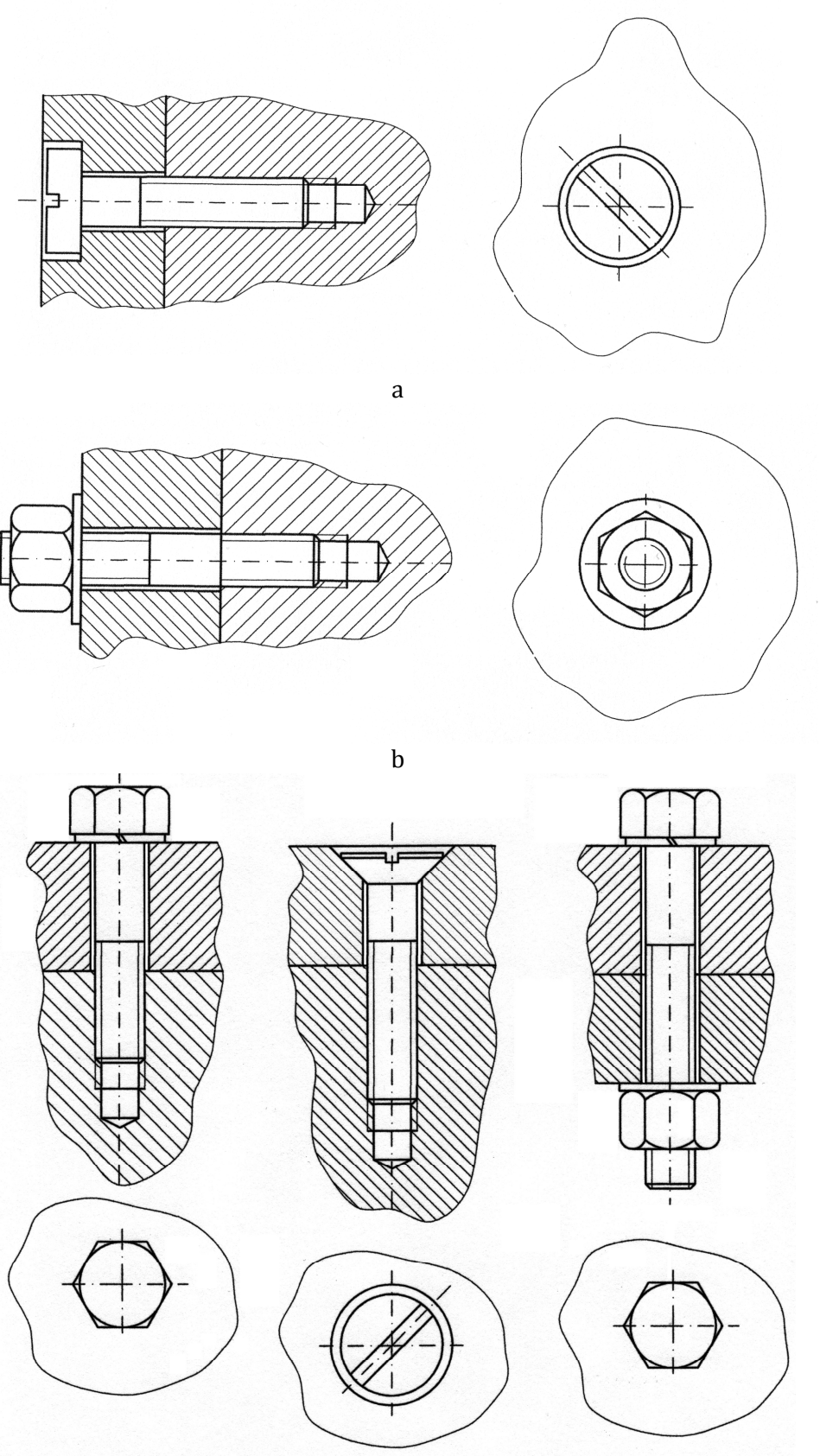


**Fig.122. Asamblare filetată**

O menţiune specială pentru reprezentarea şurubului cu cap cilindric şi crestătură (**Fig.122.a.c**): în vedere laterală crestătura este vizibilă ca fiind perpendiculară pe planul desenului, dar în vederea longitudinală (în lungul axei şurubului) aceasta se desenează convenţional ca fiind rotită cu $45^0$.

Dacă asamblarea se face cu prezon şi piuliţă sau cu şurub şi piuliţă este important să desenăm corect forma porţiunii hexagonale. În funcţie de direcţia de proiecţie, piuliţa poate prezenta 3 sau doar 2 feţe (**Fig.123**).

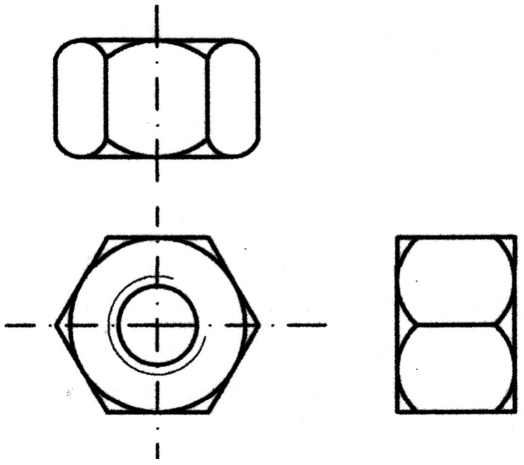


**Fig.123. Piuliţă filetată**

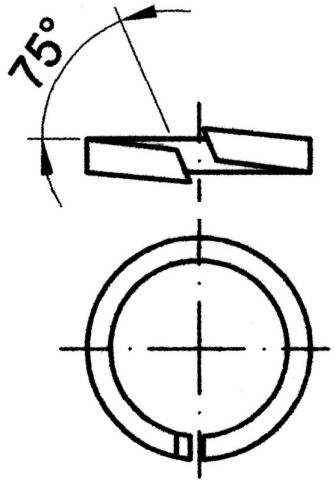



**Fig.124. Şaibă Grower**

Sub capul şurubului sau piuliţei se pune de obicei o şaibă specială crestată (şaibă Grower) care are rolul de a împiedica desfacerea asamblării filetate datorită eventualelor vibraţii apărute în timpul funcţionării ansamblului. Şaiba are o crestătură oblică (**Fig.124**) astfel orientată încât să se opună rotirii contrapiesei în sensul de desfacere a filetului.

## Nituri

Nitul este un element de montaj care permite realizarea unei asamblări nedemontabile. În principiu, un nit are un cap de dimensiuni mai mari decât a tijei, cu formă sferică (**Fig.125**) sau de altă formă (cilindrică, conică etc.) care după introducerea în gaura practicată între două piese de tip placă, se va deforma plastic la capătul rămas liber. Deformarea se face cu ciocanul, prin loviri repetate sau utilizând mici blocuri de oţel ce au cavităţi identice cu forma capului de nit (buterole).

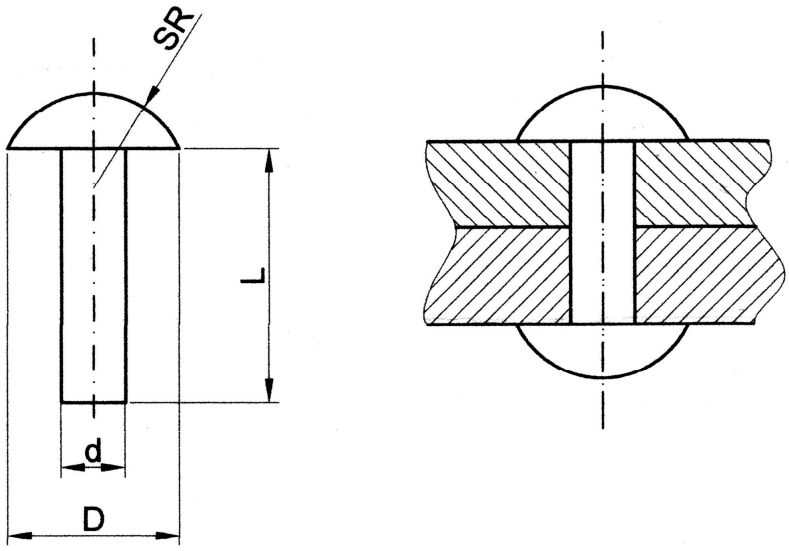



**Fig.125. Nit cu cap sferic**

## Arcuri

Avem arcuri de compresiune arcuri de tracţiune, arcuri spirale, arcuri elicoidale, arcuri disc, arcuri din foi etc. Poate cele mai utilizate sunt arcurile de compresiune realizate din fir de oţel special pentru arcuri de secţiune rotundă, dreptunghiulară sau pătrată, care sunt înfăşurate elicoidal pe un cilindru sau pe un con.

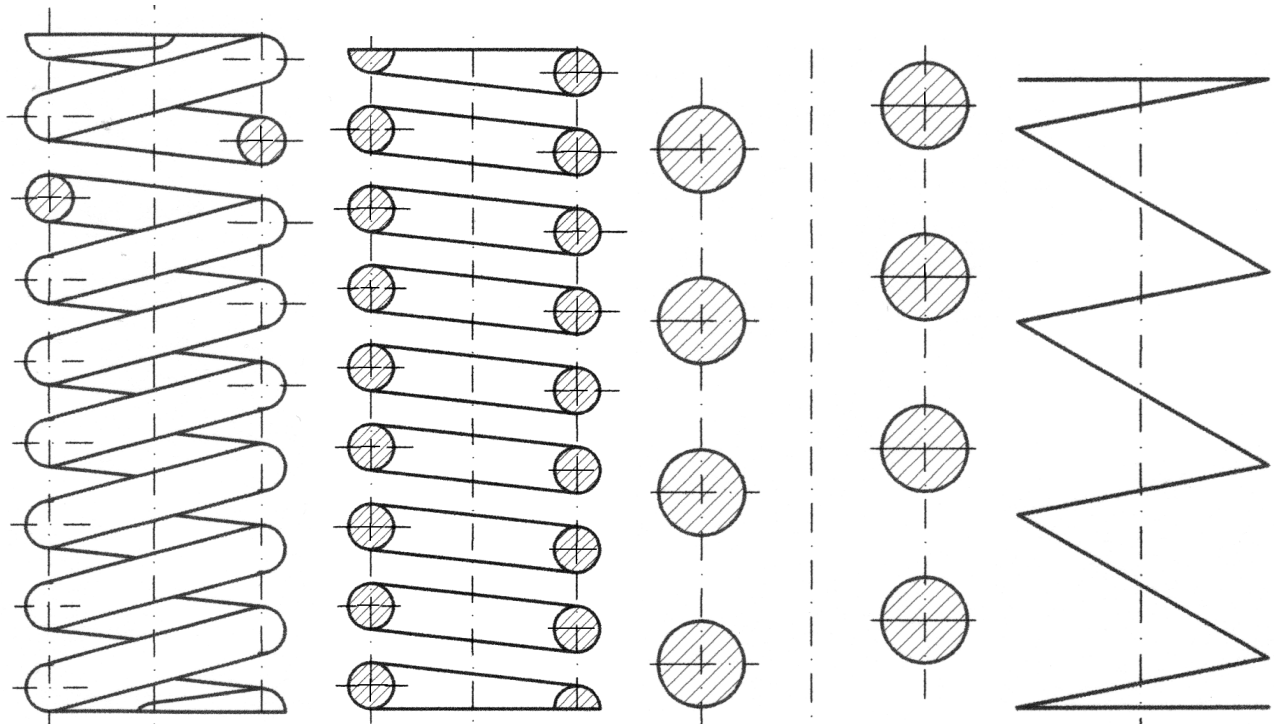


**Fig.126. Reprezentarea arcurilor de compresiune**

Reprezentarea lor se poate face în vedere, în secţiune cu vedere, în secţiune propriu-zisă sau simplificat. În **Fig.126** este reprezentat un arc elicoidal cilindric de compresiunea în toate aceste variante.

Pe desenul de execuţie al unui arc trebuie să fie dată şi diagrama de încărcare a arcului, adică o diagramă care să permită reprezentarea clară a forţei de încărcare a arcului în funcţie de săgeata (lungimea) lui în diferite puncte (**Fig.127**).

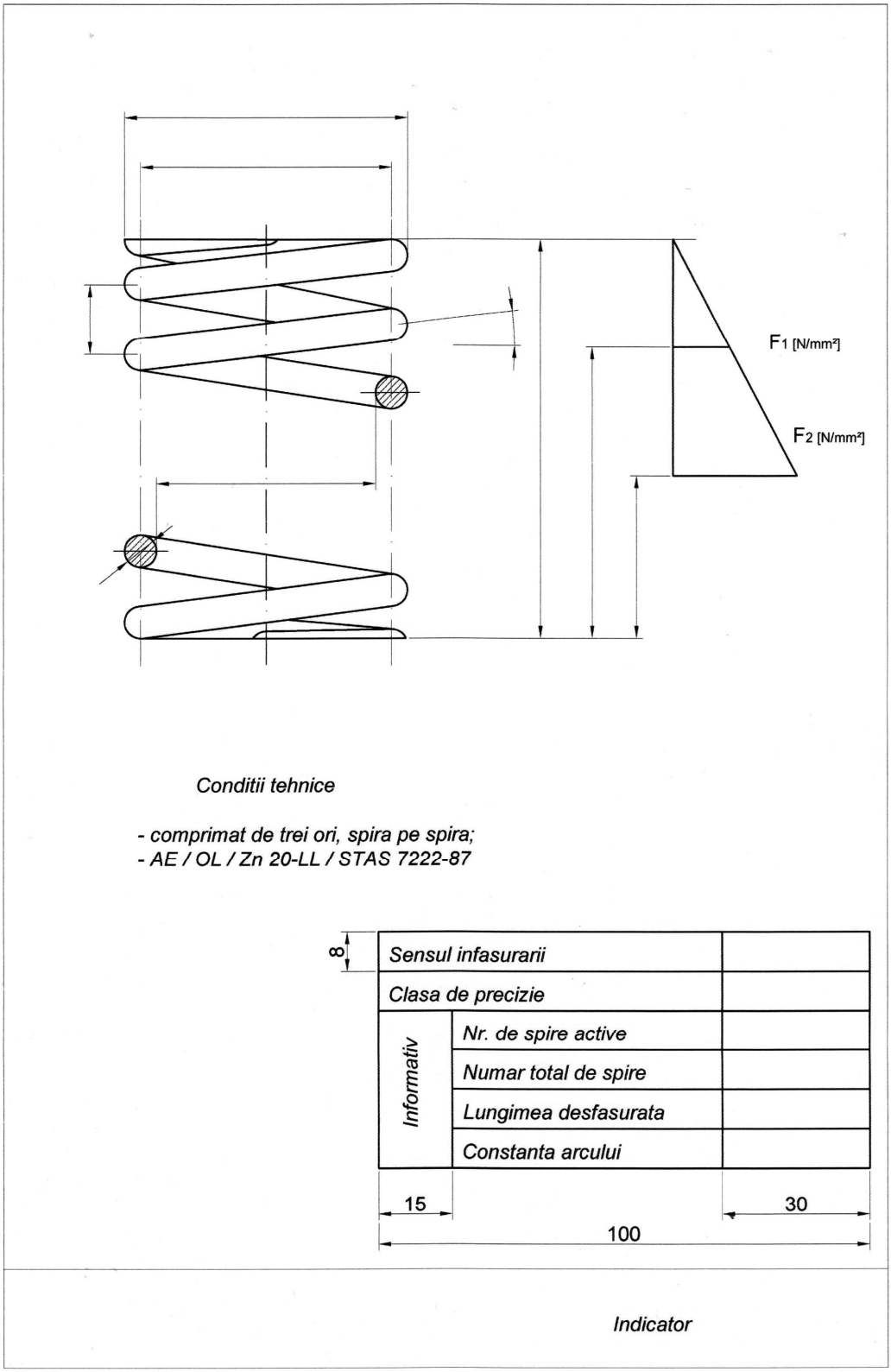



**Fig.127. Desen de execuţie pentru arcuri**

## Caneluri

Canelurile sunt utilizate între un arbore şi un butuc în scopul transmiterii unui moment de rotaţie, fiind totodată posibilă translaţia pe direcţie longitudinală între cele două elemente. Canelurile pot fi la rândul lor de mai multe tipuri, dreptunghiulare, triunghiulare sau în evolventă. Aspectul asamblării cu caneluri (**Fig.128**) este foarte asemănător celei cu filet.

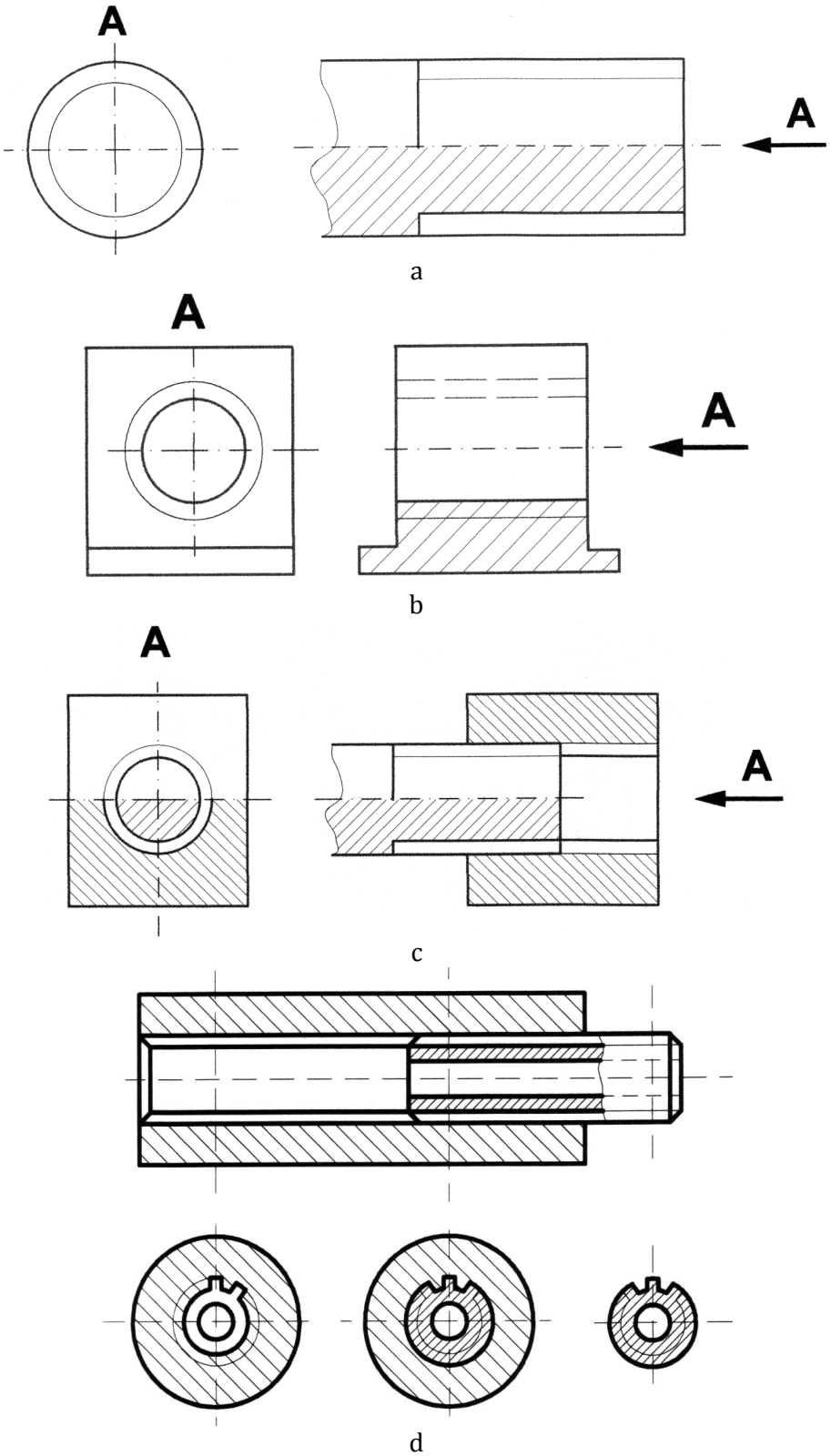



**Fig.128. Asamblare cu caneluri**

Linia de vârf a canelurii fiind reprezentată cu linie continuă groasă în timp ce diametrul de fund cu linie subțire.

## Pene şi canale de pană

Pana este utilizată pentru a transmite momente de rotaţie de la o piesă de tip arbore la o piesă de tip butuc. Există multe tipuri de pene, dintre toate vom prezenta doar pe cea mai des întâlnită în desenele

de execuţie: pana plan paralelă. Aceasta are o formă paralelipipedică cu suprafeţe rotunjite la ambele capete sau doar la unul dintre capete. Pana se montează uşor presat în corpul arborelui (**Fig.129**).

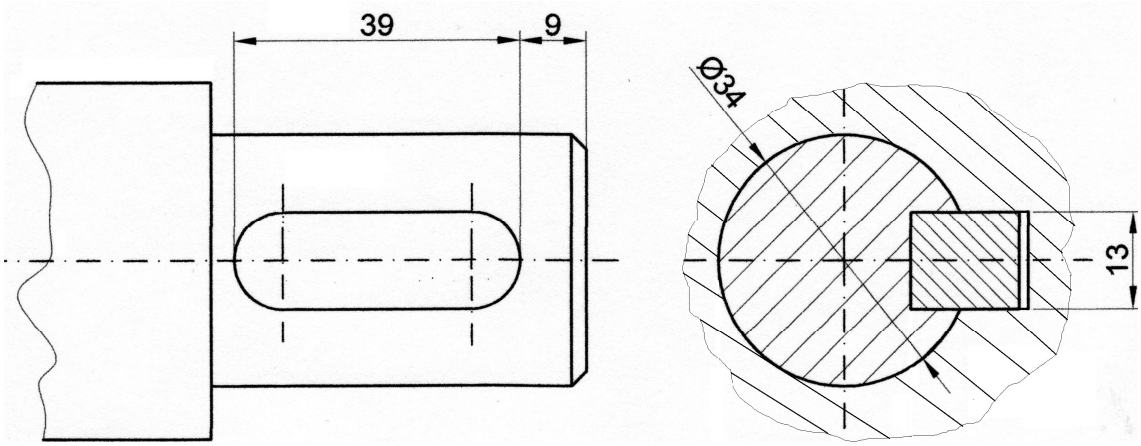



**Fig.129. Pana plan paralelă**

Unele variante de montaje cu pene (dimensiuni mari) utilizează fixarea penelor de arbori cu ajutorul şuruburilor.

## Asamblări prin sudură

Sudura este un procedeu de asamblare nedemontabilă a două piese. Se folosesc mai multe tipuri de suduri dintre care prezentăm doar două dintre cele mai des utilizate. Sudura cap la cap (**Fig.130**) se poate face între două plăci aliniate una în continuarea celeilalte. Cordonul de sudură se poate aplica pe toată lungimea pieselor (L) sau se poate face întrerupt.

Marginile celor două plăci se pot suda fără să se realizeze iniţial teşituri (rosturi) sau pentru o sudură mai bună se pot prevedea asemenea teşituri la unghi de 55...65$^0$, modul de notare a sudurii fiind prezentat sub fiecare tip de asamblare.

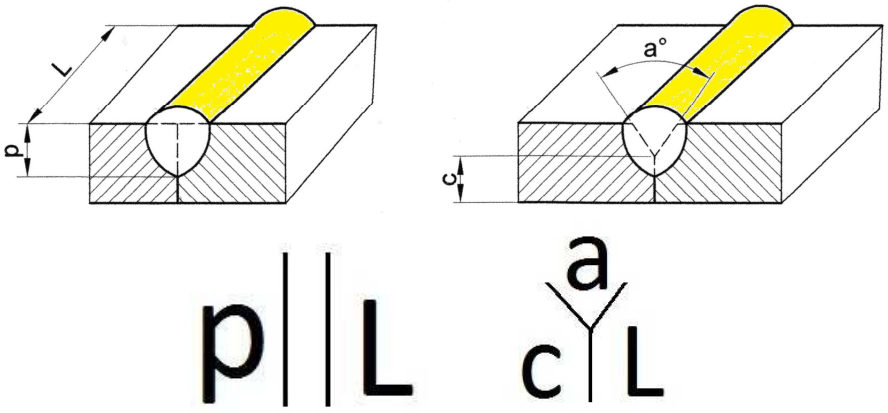



**Fig.130. Sudura cap la cap**

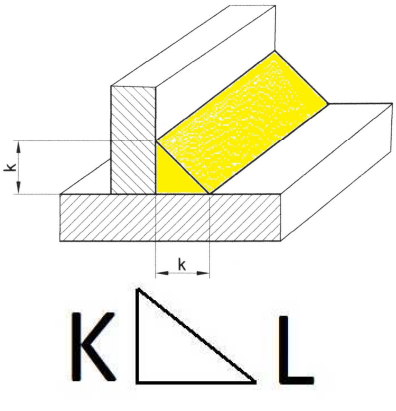



**Fig.131. Sudura de colţ**

Sudura de colţ (**Fig.131**) se utilizează între două plăci montate perpendicular sau la o anumită înclinare una faţă de alta. La sudura de colţ, de obicei se cotează mărimea catetei formată de cordonul de sudură în secţiune.

Pentru îmbinările sudate cotarea se face pe linii de indicaţie terminate cu săgeată (**Fig.132**). Cordonul de sudură nu se reprezintă pe desenele de ansamblu, nici în secţiune şi nici în vedere. Acestea pot fi reprezentate în desenele de execuţie dar numai pentru a putea fi cotate.

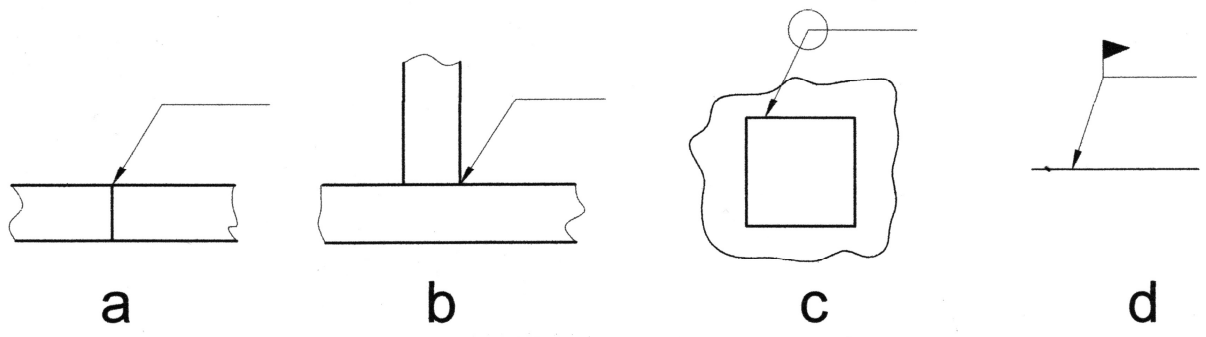



**Fig.132. Cotarea sudurii**

## Rulmenţi

Pentru a desena un rulment (**Fig.133**) într-un desen de ansamblu este nevoie să ştim lăţimea (B) şi înălţimea lui (A).

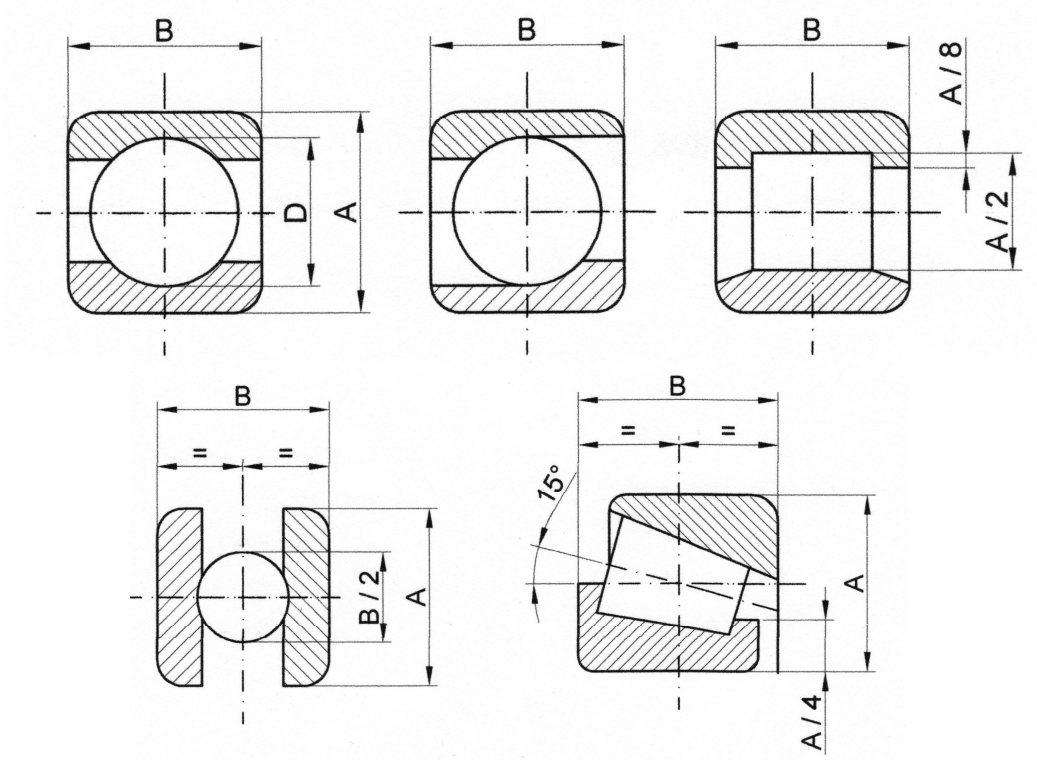
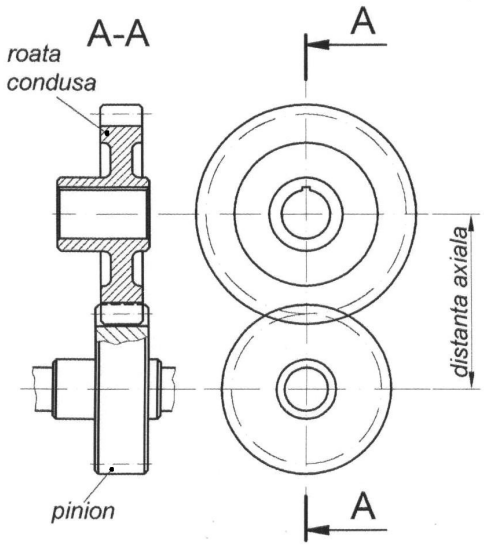



**Fig.133. Desenarea rulmenţilor**

Aceste valori le putem afla din cataloagele de rulmenţi ale producătorilor. Mărimea şi tipul rulmentului sunt obţinute de către proiectantul ansamblului printr-un calcul bine precizat, ţinând cont şi de solicitările la care acesta este supus în timpul funcţionării.

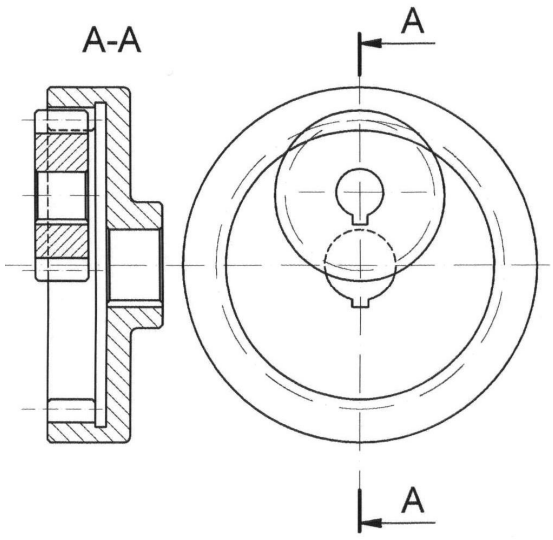
## Angrenaje

Gama de angrenaje este foarte mare dar din toate variantele în **Fig.134** sunt prezentate doar cele mai des întâlnite şi mai ales cu scopul de a se vedea modul lor de reprezentare pe desen. Astfel, avem două roţi cilindrice angrenate pe exterior (**Fig.134.a**), angrenate pe interior (**Fig.134.b**), angrenaj conic (**Fig.134.c**), angrenajul cu cremalieră (**Fig.134.d**), angrenajul melcat (**Fig.134.e**) şi angrenajul melcat (**Fig.134.f**).



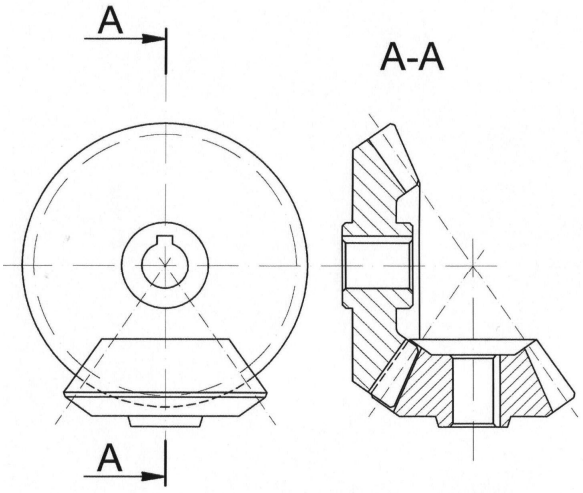

Angrenaj cilindric

a



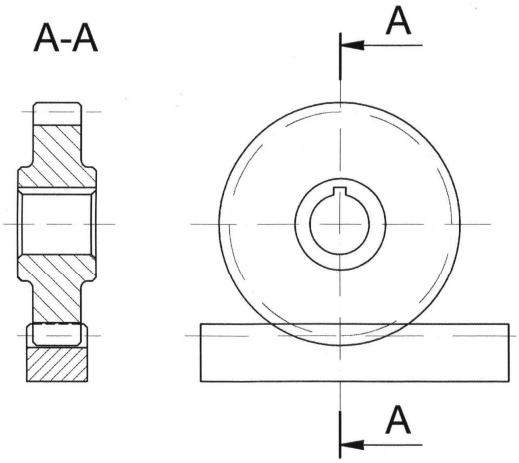

Angrenaj cilindric interior

b



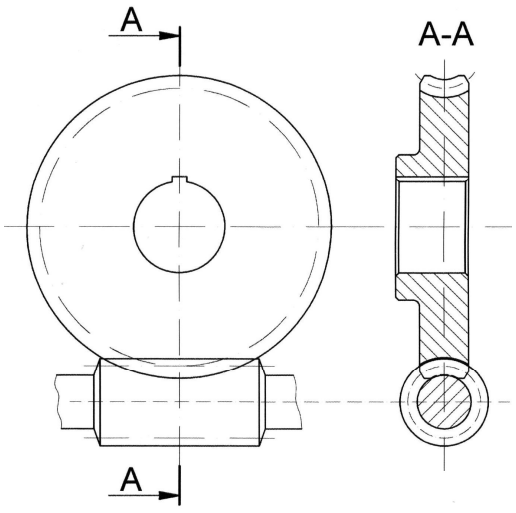

Angrenaj conic

c



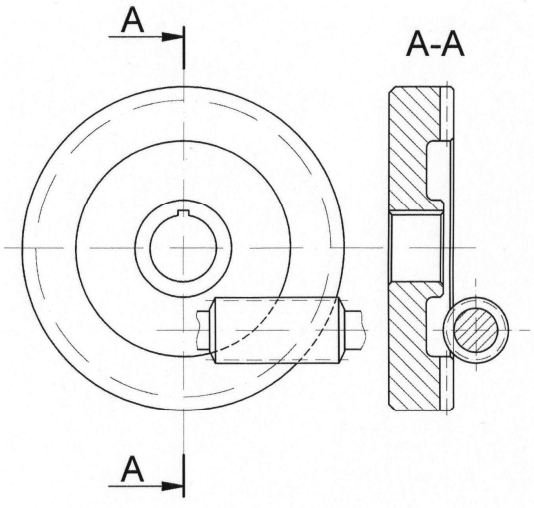

Angrenaj cremaliera - roata cilindrica

d




Angrenaj melcat cilindric

e

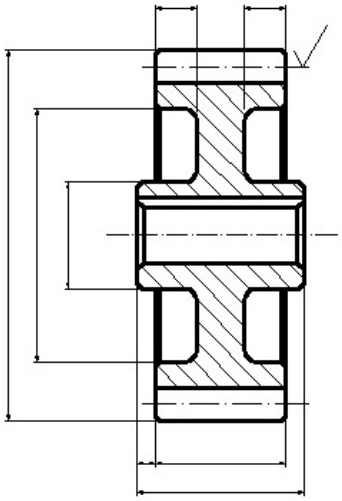



Angrenaj melcat frontal

f

**Fig.134. Reprezentarea angrenajelor**

Fiecare element al unui angrenaj se reprezintă pe desen atât prin cotarea elementelor geometrice exterioare cât şi prin indicarea parametrilor danturii, acest din urmă lucru fiind marcat în nişte tabele speciale incluse în planul desenului. În continuare (**Fig. 135...140**) sunt date aceste tabele, semnificaţia parametrilor invocaţi în ele fiind lămurită în cadrul orelor de specialitate care urmează.



max 20

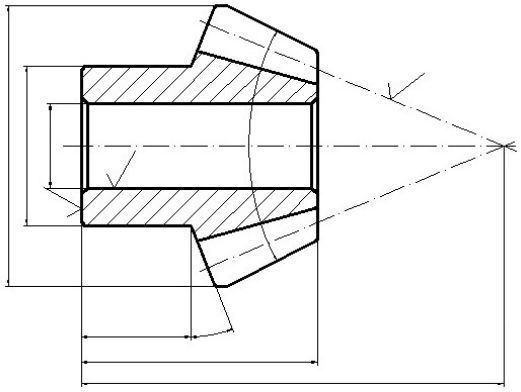
7

| | | | |
|---|---|---|---|
| Modul | | $m$ | |
| Modul normal | | $m_n$ | |
| Modul frontal | | $m_t$ | |
| Nr. de dinti | | $Z$ | |
| Profil de referinta | | — | |
| Unghiul de incilnare a danturii | | $\beta$ | |
| Sensul inclinarii danturii | | stinga sau dreapta | |
| Coef. deplasarii de profil | | $X$ | |
| Coef. nor. al deplasarii de profil | | $X_t$ | |
| Coef frontal al deplas. de profil | | $X_t$ | |
| Lungimea peste N/dinti | | $W_N$ / $N$ | |
| Coarda const. normala/ inaltimea la coarda const nor. | | $S_{cn}$ / $h_{cn}$ | |
| Lungimea peste role / diam. rolei | | $M_R$ / $d_R$ | |
| Lungimea peste bile / diam. bilei | | $M_B$ / $d_B$ | |
| Diametrul de divizare | | $d$ | |
| Treapta de precizie si jocul | | — | |
| Distanta dintre axe | | $a$ | |
| Unghiul dintre axe | | — | |
| Roata conjugata | Nr. de dinti | $Z_2$ | |
| | Nr. desen | — | |

25 20 30

115

**Fig.135. Tabel pentru roată dinţată cilindrică**



max 20

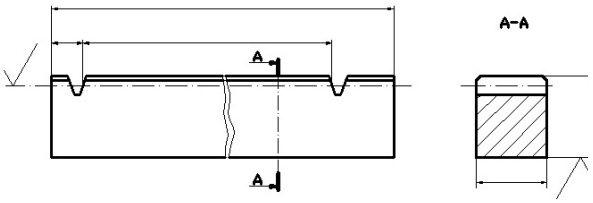
7

| | | | |
|---|---|---|---|
| Modul | | $m$ | |
| Modul normal | | $m_n$ | |
| Modul frontal | | $m_t$ | |
| Nr. de dinti | | $Z$ | |
| Profil de referinta | | — | |
| Unghiul de incilnare de divizare median | | $\beta_m$ | |
| Sensul inclinarii danturii | | stinga sau dreapta | |
| Coef. deplasarii de profil | radiale | $X_r$ | |
| | tangentiale | $X_t$ | |
| Coef. frontal al deplasarii de profil | radiale | $X_{rt}$ | |
| | tangentiale | $X_{tt}$ | |
| Coarda de divizare / inaltimea la coarda de diviz norm. | | $S / h_a$ | |
| Coarda de divizare normala / inaltimea la coarda de diviz norm. | | $S_n / h_{an}$ | |
| Diametrul de divizare | | $d$ | |
| Unghiul conului de divizare | | $d$ | |
| Lungimea generatoarei de div. | | $R$ | |
| Unghiul conului de picior | | $d_f$ | |
| Unghiul conului de picior | | $?_f$ | |
| Treapta de precizie si jocul | | | |
| Unghiul dintre axe | | | |
| Roata conjugata | Nr. de dinti | $Z_2$ | |
| | Nr. desen | — | |

25 20 30

115

**Fig.136. Tabel pentru roată dințată conică**




max 20

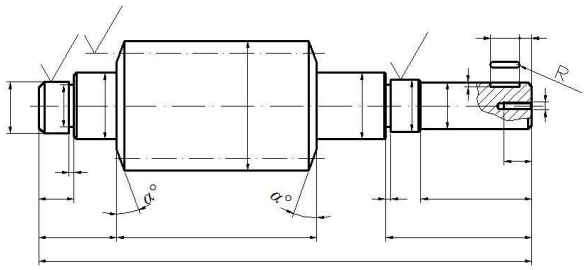
7

| | | | |
|---|---|---|---|
| Modul | | $m$ | |
| Modul normal | | $m_n$ | |
| Modul frontal | | $m_t$ | |
| Numarul de dinti | | $Z$ | |
| Profilul de referinta | | — | |
| Unghiul de incl. de divizare | | $\beta$ | |
| Sensul inclinarii danturii | | stinga sau dreapta | |
| Coarda de divizare normala / inaltimea la coarda de divizare normala | | $S_n / h_{an}$ | |
| Treapta de precizie si jocul | | | |
| Distanta de montaj | | | |
| Roata conjugata | Nr. de dinti | $Z_2$ | |
| | Nr. desen | — | |

25 20 30

115

**Fig.137. Tabel pentru cremalieră**



max 20

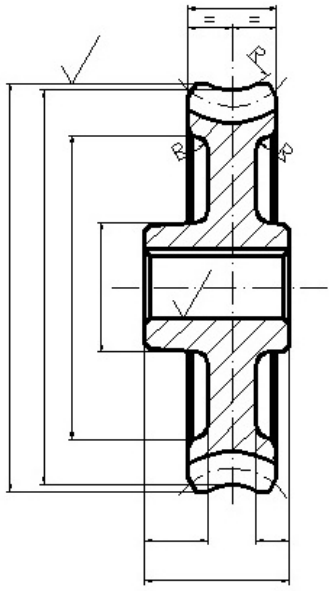
| | | | |
|---|---|---|---|
| Modul axial | | $m_x$ | |
| Modul normal | | $m_n$ | |
| Nr. de dinti | | $Z$ | |
| Tipul melcului | | | |
| Melcul de referinta | | — | |
| Unghiul de panta a elicei de referinta | | ? | |
| Sensul inclinarii danturii | | stinga sau dreapta | |
| Coarda normala de refer / inaltimea la coarda normala de referinta | | $S_{on}$ / $h_{on}$ | |
| Diametrul de referinta | | $d_o$ | |
| Coeficientul diametral | | $q$ | |
| Pasul elicei | | $P_z$ | |
| Treapta de precizie si jocul | | | |
| Distanta dintre axe | | | |
| Roata conjugata | Nr. de dinti | $Z_2$ | |
| | Nr. desen | — | |

7

25 20 30

115

**Fig.138. Tabel pentru arbore melcat**



max 20

| | | | |
|---|---|---|---|
| Modul frontal | | $m_f$ | |
| Nr. de dinti | | $Z$ | |
| Melcul generator | | | |
| Sensul inclinarii danturii | | stinga sau dreapta | |
| Coef. deplasarii de profil | | $X$ | |
| Diametrul de divizare | | $d$ | |
| Treapta de precizie si jocul | | | |
| Distanta dintre axe | | | |
| Roata conjugata | Nr. de dinti | $Z_2$ | |
| | Nr. desen | — | |

7

25 20 30

115

**Fig.139. Tabel pentru roată melcată**

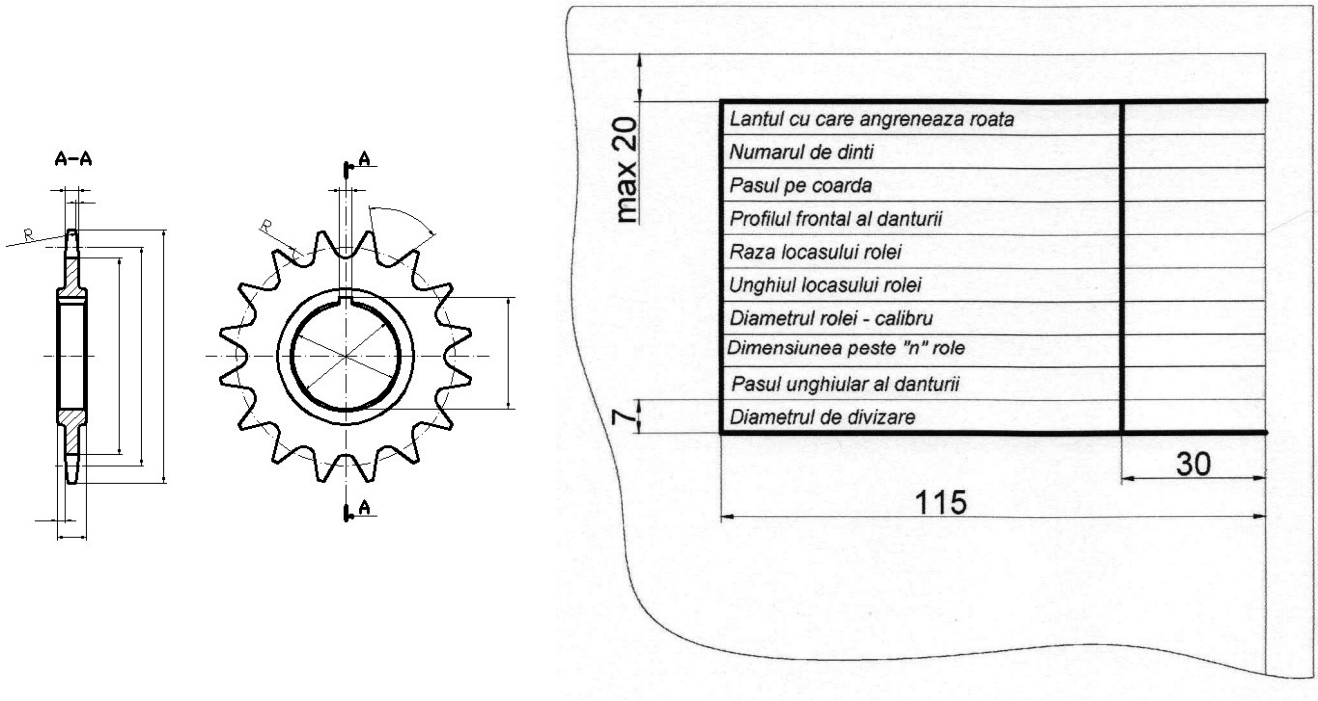



**Fig.140. Tabel pentru roată de lanţ**

## *Precizia dimensională*

Cota (dimensiunea) se trece pe desen, adică pe linia de cotă, cu cifre arabe, iar abaterile limită ale dimensiunii cu cifre mai mici (50...60% din înălţimea cifrelor cotei). Înaintea abaterilor limită se poate trece şi poziţia câmpului de toleranţă şi a clasei de precizie (**Fig.141**). Cota 30 f7 se referă la un arbore deoarece am folosit după cota 30 o literă mică. Cifra 7 reprezintă clasa de precizie a cotei. După aceste marcaje, în paranteze rotunde au fost înscrise abaterile limită exprimate în milimetri, abaterile având semn (+ sau -).

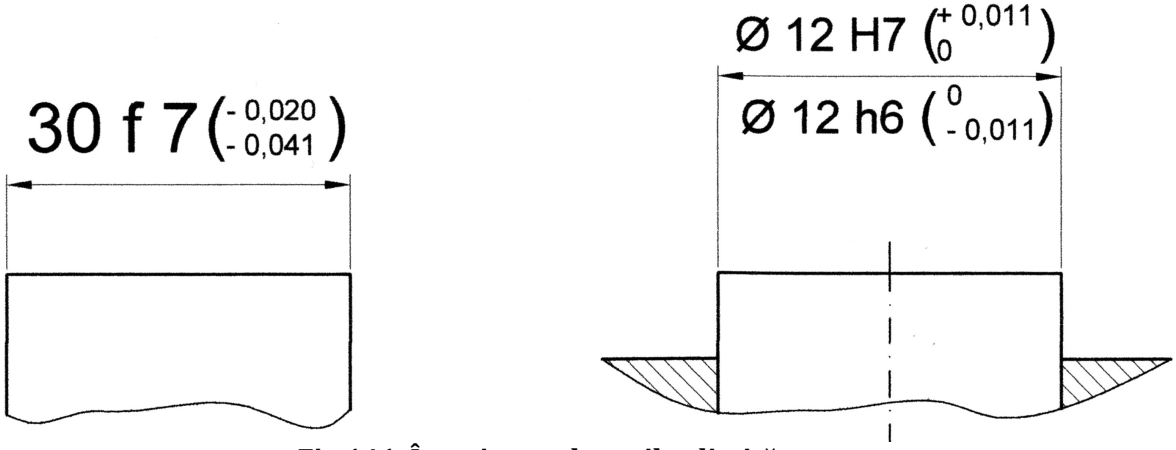



**Fig.141. Înscrierea abaterilor limită**

Dacă prin aceeaşi linie de cotă dorim să cotăm atât alezajul cât şi arborele (desenul din dreapta) atunci putem face acest lucru punând întotdeauna cota alezajului deasupra cotei arborelui. Deci ajustajul format din alezajul Ø12 având poziţia câmpului de toleranţă H (litera mare semnifică alezaj) cu clasa de precizie 7 (deci precizia dimensională H7) şi arborele Ø12 notat având poziţia câmpului de toleranţă h (litera mică semnifică arbore) în clasa de precizie 6, au înscrise în paranteze rotunde şi abaterile limită.

Dacă nu ar fi scrise aceste abateri atunci conform standardelor, aceste abateri ar putea fi uşor aflate consultând tabele. Cu titlu informativ în **Fig.142** sunt prezentate abaterile limită, (exprimate în μm) la cele mai des folosite ajustaje considerate în sistemul alezaj unitar..

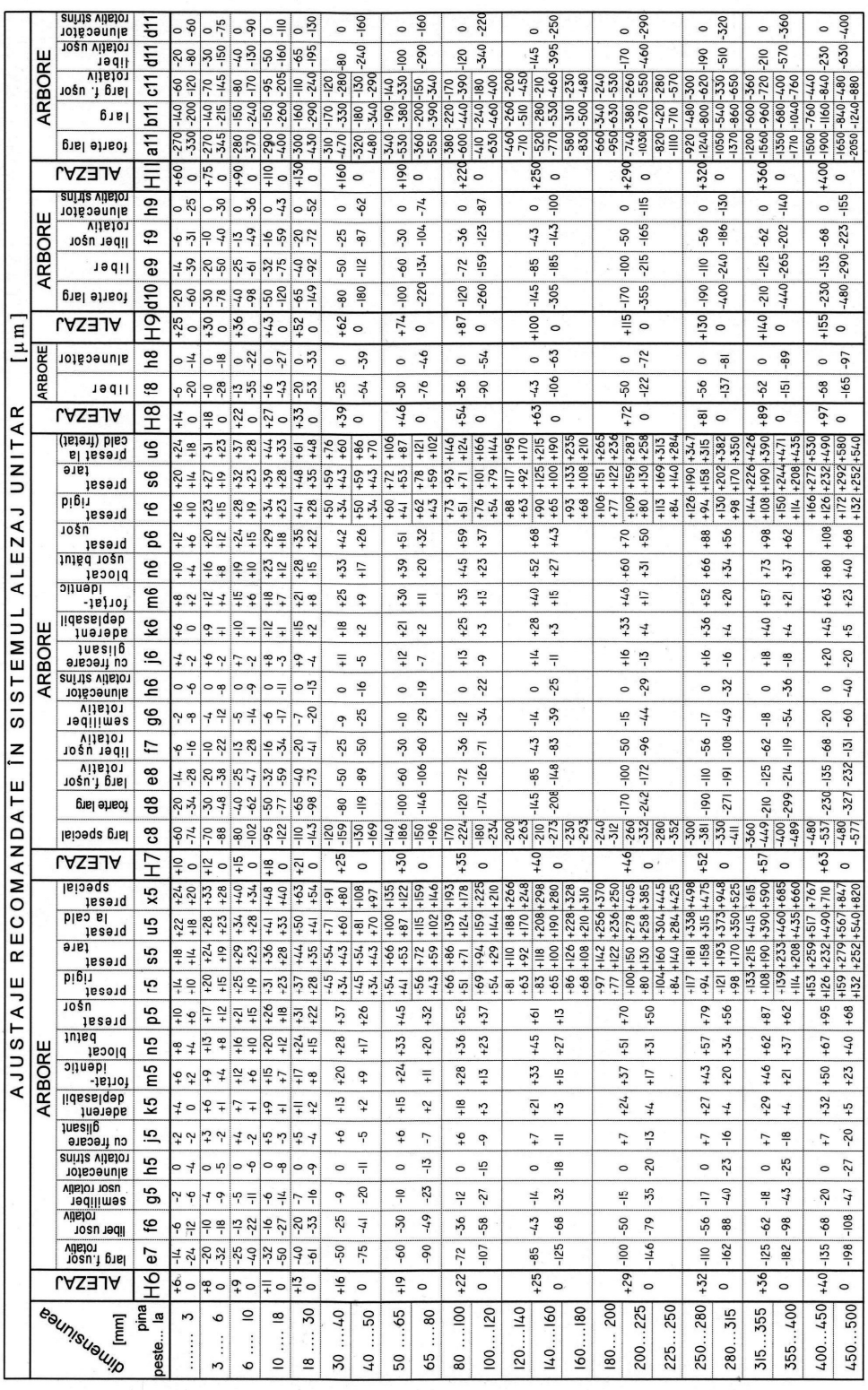

AJUSTAJE RECOMANDATE ÎN SISTEMUL ALEZAJ UNITAR [µm]
Dimensiunea [mm] peste... pina la
ALEZAJ
ARBORE
H6 e7 f6 g5 h5 j5 k5 m5 n5 p5 r5 s5 u5 x5 H7 c8 d8 e8 f7 g6 h6 j6 k6 m6 n6 p6 r6 s6 u6
ALEZAJ
ARBORE
f8 h8
ALEZAJ
H9 d10 e9 f9 h9
ALEZAJ
H11 a11 b11 c11 d11

**Fig.142. Abaterile limită în cazul unor ajustaje uzuale**

## *Precizia formei*

Pe lângă precizia dimensională indicată prin modul de cotare a dimensiunilor, orice piesă poate avea pe desenul de execuţie şi indicaţii privind preciziile de realizare a formelor suprafeţelor. Vom avea atunci, spre exemplu, indicaţii privind precizia de realizare a suprafeţelor plane, cilindrice sau a suprafeţelor complexe, dar şi de realizare a axelor, contururilor sau muchiilor drepte sau cu un anumit profil complex. Toate aceste abateri de formă au simboluri specifice şi un mod de marcare pe desen bine precizat.

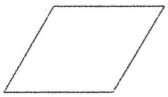
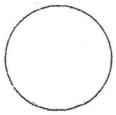
Deoarece amănunte privind aceste abateri vor fi studiate la alte cursuri de specialitate ne vom limita să dăm doar detalii esenţiale.

Abaterile de formă care se prescriu pe desenele de execuţie sunt:

- Abaterea de la rectilinitate;
- Abaterea de la planitate;
- Abaterea de la circularitate;
- Abaterea de la cilindricitate;
- Abaterea de la forma dată a profilului;
- Abaterea de la forma dată a suprafeţei.

Aceste abateri au simboluri grafice specifice (**Tabelul 6**) desenate cu linie subţire în nişte casete special destinate acestui scop.

**Tabelul 6. Abaterile de formă**

| **Simbol grafic** | **Denumirea** | **Simbol grafic** | **Denumirea** |
|---|---|---|---|
|  | Abaterea de la rectilinitate | | Abaterea de la cilindricitate |
|  | Abaterea de la planitate | | Abaterea de la forma dată a profilului |
|  | Abaterea de la circularitate | | Abaterea de la forma dată a suprafeţei |

Caseta destinată înscrierii abaterilor de formă este compusă (**Fig.143**) dintr-un cadru dreptunghiular trasat cu linie subţire continuă şi împărţit în două compartimente, primul fiind de formă pătrată.

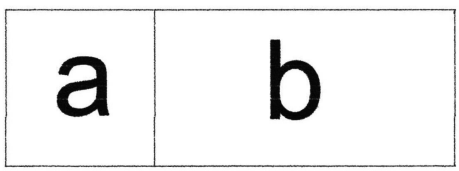



**Fig.143. Caseta abaterii de formă**

În primul compartiment (a) se trece simbolul grafic al abaterii în conformitate cu **Tabelul 6**. în cea de a două căsuţă (b) se va trece toleranţa acelei abateri de formă, exprimată în milimetri. Caseta având cele două compartimente completate se va aplica pe desen astfel încât prin intermediul unei linii de indicaţie terminată cu săgeată să se poată face referire la suprafaţa cotată.

Săgeata se poate sprijini (**Fig.144**) pe o linie de contur, pe o linie ajutătoare sau pe o axă de simetrie comună mai multor elemente ale desenului.

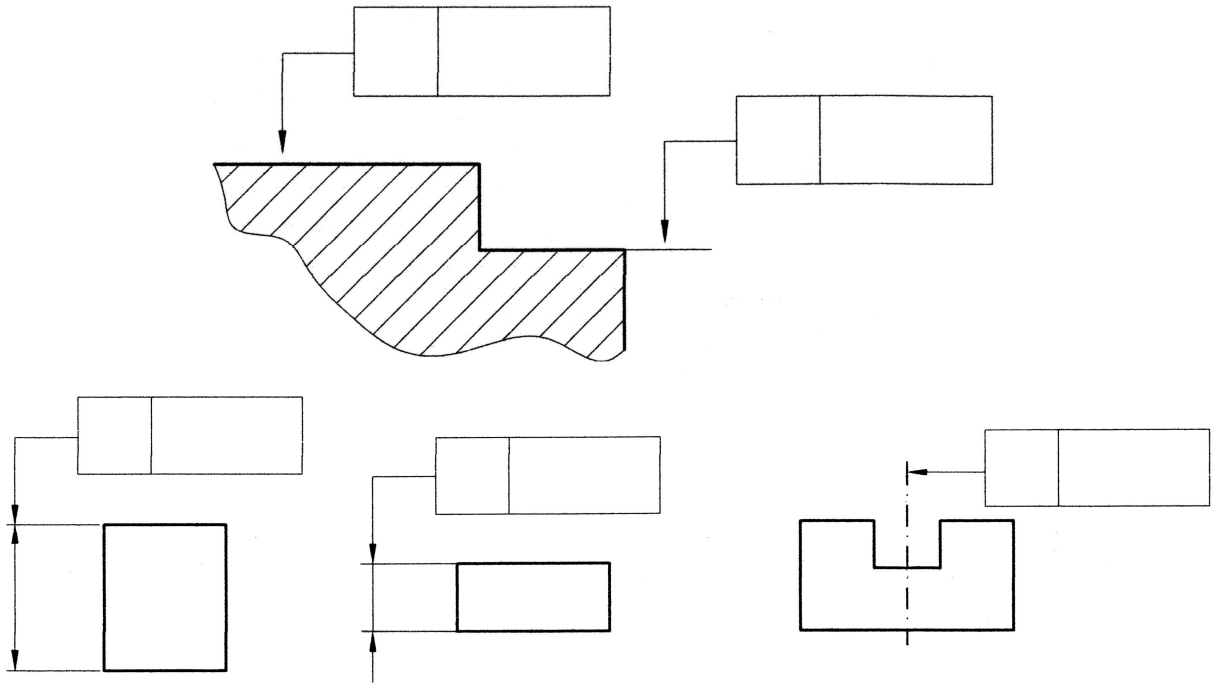


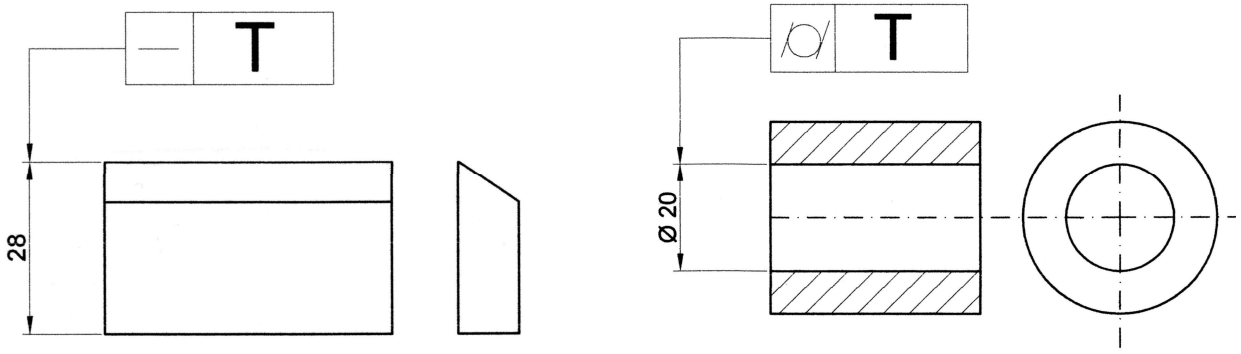
**Fig.144. Înscrierea abaterilor de formă pe desen**

Foarte schematic aceste abateri sunt prezentate sub formă de exemple în **Fig.145**.

**Abaterea de la rectilinitate** se referă la faptul că o muchie, o generatoare a unui cilindru sau o axă geometrică de simetrie este apropiată de forma teoretică de dreaptă în limitele unei toleranţe admise T, exprimată în mm şi notată în caseta plasată pe desen.

Abaterea de la planitate se referă la faptul că o piesă trebuie să aibă suprafaţa indicată prin modul de cotare şi de plasare a casetei, apropiată de planul teoretic în limitele unei toleranţe T.

**Abaterea de la circularitate** se referă la faptul că o suprafaţă cilindrică (sau conică) trebuie să aibă în orice secţiune transversală (radială) forma apropiată de un cerc teoretic, cu o precizie dată de valoarea T.



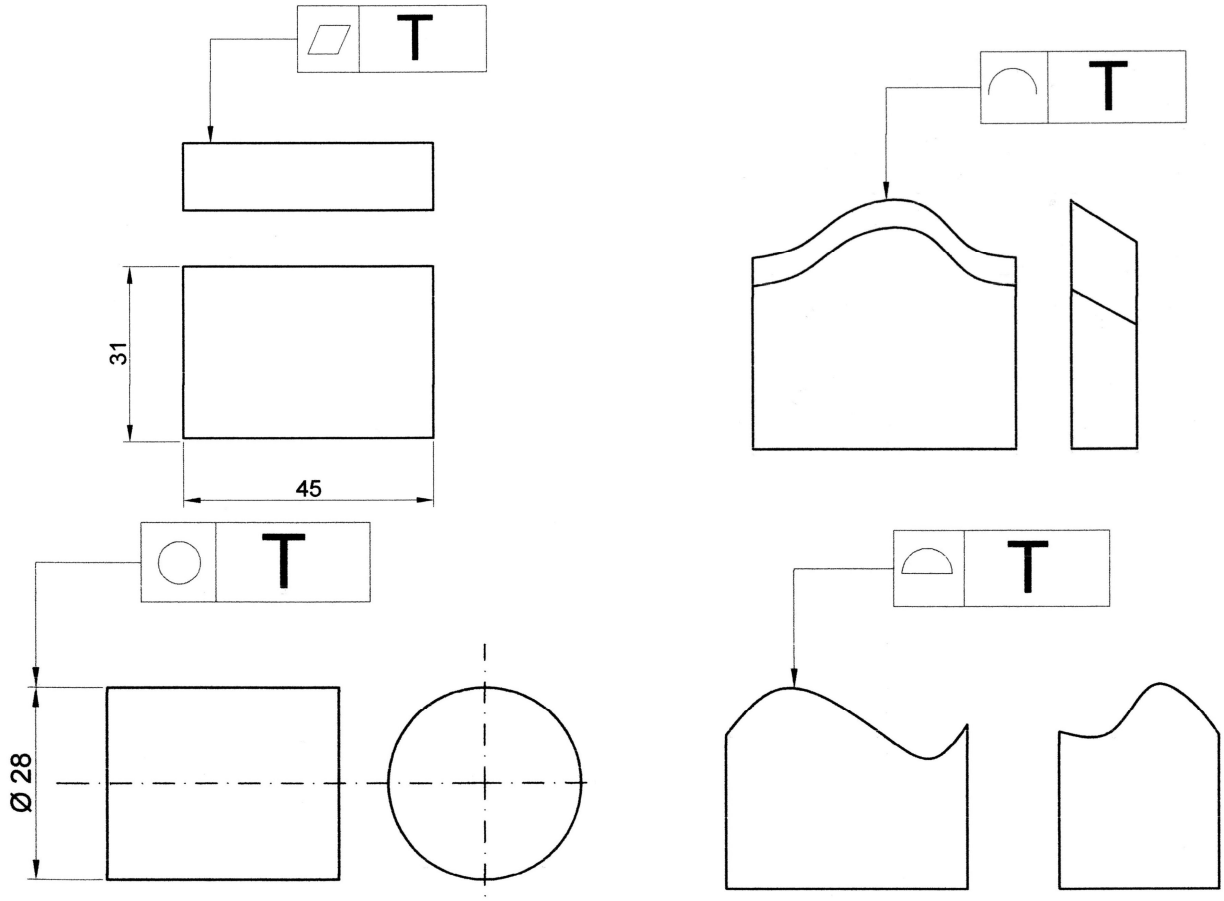



**Fig.145. Exemple de înscriere pe desen a abaterilor de formă**

**Abaterea de la cilindricitate**, este o combinație de abatere de la circularitate combinată cu cea de rectilinitate şi se referă la faptul că o suprafață cilindrică trebuie să se încadreze într-un cilindru teoretic cu o precizie dată de valoarea T înscrisă în casetă.

**Abaterea de la forma dată a profilului** este o abatere mai rar întâlnită în practică deoarece se aplică la piese de forme complexe şi se referă la abaterea de la forma teoretică a profilului curbiliniu.

**Abaterea de la forma dată a suprafeței** se referă la suprafețe complexe (aripă de avion, paletă de turbină, elice de avion etc.) care nu trebuie să se abată de la forma teoretică cu mai mult decât este indicat prin valoarea T înscrisă în casetă.

## *Precizia poziției suprafețelor*

După ce am amintit precizia dimensională şi de formă a suprafeței, e momentul să arătăm că orice piesă este compusă din suprafețe aflate în anumite poziții una față de alta. Vom avea cerințe ca două suprafețe plane, de exemplu, să fie paralele sau perpendiculare între ele sau ca două suprafețe cilindrice să fie concentrice sau coaxiale. Pozițiile între suprafețele (sau dreptele) unei piese formează un alt aspect al preciziei generale a unei piese.

Pe desenele de execuție abaterile de poziție ale suprafețelor se cotează utilizând o casetă (**Fig.146**) compusă dintr-un cadru dreptunghiular care are la cele două extremități câte o căsuță de formă pătrată.

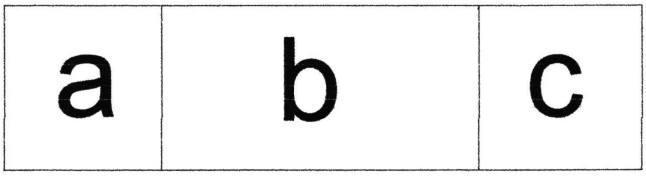
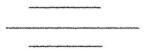
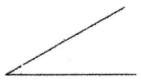
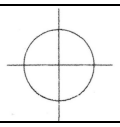
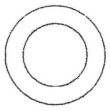


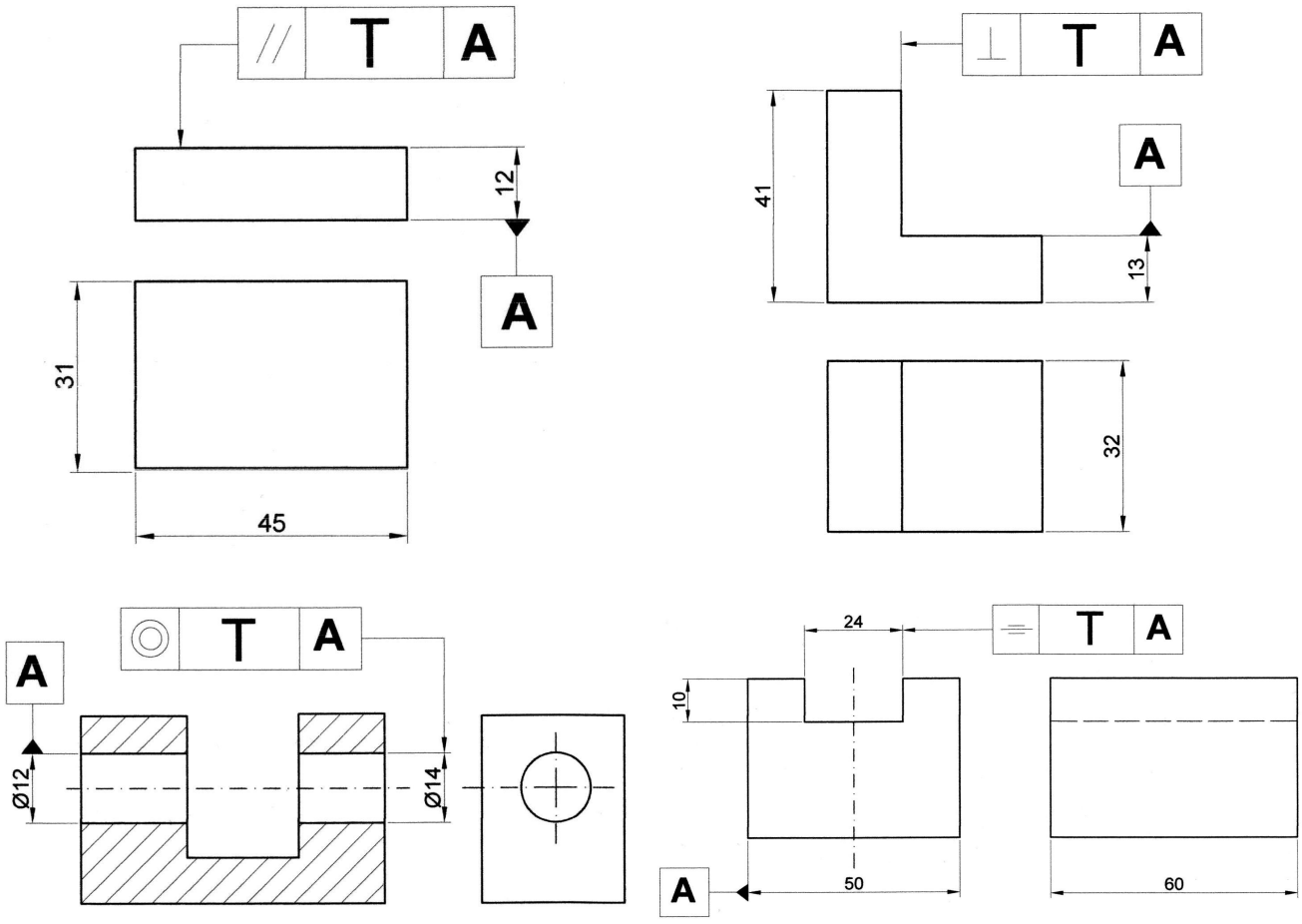
**Fig.146. Caseta abaterii de poziție**

În căsuța din stânga (a) se trece simbolul (**Tabelul 7**) abaterii, la mijloc (b) mărimea abaterii exprimată în milimetri (deci toleranța abaterii) iar în căsuța din dreapta (c) se trece baza de referință față de care se raportează suprafața cotată, bază de referință înscrisă pe desen într-o casetă pătrată terminată cu un picior triunghiular.

**Tabelul 7. Abaterile de poziție**

| Simbol grafic | Denumirea | Simbol grafic | Denumirea |
|---|---|---|---|
| | Abaterea de la paralelism |  | Abaterea de la simetrie |
| | Abaterea de la perpendicularitate | | Abaterea de la bătaia circulară |
|  | Abaterea de la înclinare |  | Abaterea de la poziția nominală |
|  | Abaterea de la coaxialitate | | Abaterea de intersectare |

În **Fig.147** sunt date câteva exemple simple de înscriere pe desen a unor abateri de poziție.



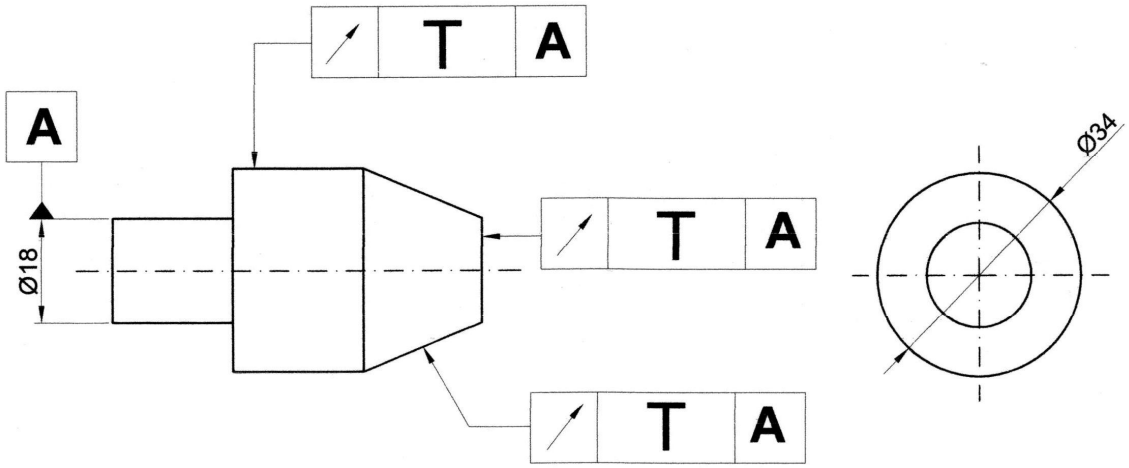



**Fig.147. Exemple de înscriere pe desen a abaterilor de poziţie**

**Abaterea de la paralelism**, poate fi exprimată între două drepte, două plane, între o dreaptă şi un plan sau între un plan şi o dreaptă şi este în principiu diferenţa dintre distanţa maximă şi cea minimă între cele două elemente. Pe desen, abaterea de la paralelism este dată faţă de două plane, planul de referinţă fiind cel de la partea inferioară a piesei. Mărimea T înscrisă în casetă arată valoarea maximă prescrisă pentru această abatere. Se remarcă modul de notare a planului de referinţă cu ajutorul unei căsuţe pătrate ataşată pe linia ajutătoare aflată în prelungirea suprafeţei inferioare a piesei.

**Abaterea de la perpendicularitate** poate fi exprimată între două drepte, două plane, o dreaptă şi un plan sau un plan şi o dreaptă şi este diferenţa maximă dintre unghiul format între elementul indicat (dreaptă sau plan) şi un element similar dus la un unghi nominal de $90^0$ măsurat liniar pe direcţie perpendiculară pe acesta din urmă dar pe o lungime de referinţă (care dacă nu se indică va fi considerată ca fiind lungimea piesei). În desen este dată abaterea de la perpendicularitate dintre cele două plane interioare ale piesei, planul de referinţă fiind cel orizontal.

**Abaterea de la coaxialitate** dintre două suprafeţe de revoluţie este distanţa maximă dintre axele de simetrie ale celor două suprafeţe, una dintre ele fiind considerată ca bază de referinţă, măsurată pe o lungime de referinţă (dacă nu se dă explicit lungimea de referinţă atunci se va considera lungimea piesei). Abaterea de coaxialitate se numeşte şi **abatere de concentricitate** dacă cele două suprafeţe de revoluţie sunt dispuse pe direcţie radială.

**Abaterea de la simetrie** se referă la suprafeţe plane şi este similară abaterii de la coaxialitate.

## *Precizia microgeometriei suprafeţelor*

În urma prelucrării unei piese, suprafeţele ei capătă, în funcţie de procesul tehnologic folosit, un anumit aspect optic. Suprafeţele vor fi compuse din striaţii mai mici sau mai mari, striaţii şi ondulaţii rezultate din procesul tehnologic. Totalitatea acestor microneregularităţi (asperităţi) poartă numele de **rugozitate** şi ea este de asemenea prescrisă pe desen de către proiectantul piesei.

Parametrul care defineşte rugozitatea este abaterea medie aritmetică a neregularităţilor (**Fig.148**), exprimată ca distanţă a profilului efectiv al suprafeţei faţă de o linie de mijloc şi notat prin parametrul $R_a$.

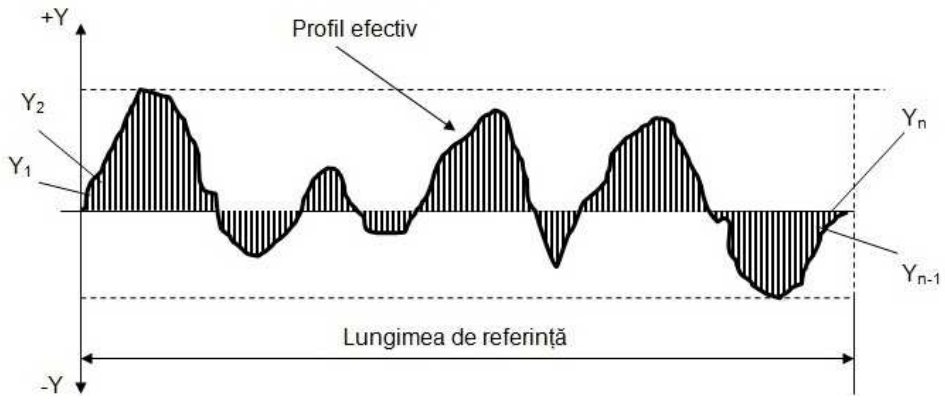



**Fig.148. Rugozitatea exprimată prin parametrul $R_a$**

Mărimea rugozității a fost standardizată, ea având următoarele valori, exprimate în micrometri (μm):

**0,0012...0,025...0,05...0,1...0,2...0,4...0,8...1,6...3,2...6,3...12,5...25...50...100**

Rugozitatea poate fi exprimată şi ca înălţime medie a neregularităţilor în 10 puncte (**Fig.149**) respectiv cele mai înalte cinci puncte şi cele mai joase cinci, prin intermediul parametrului $R_z$.

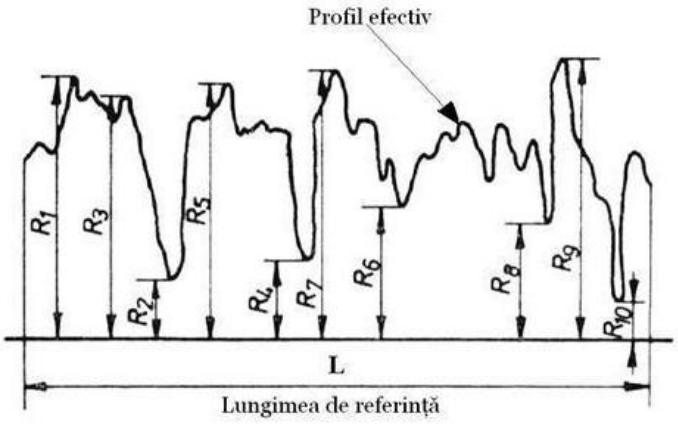
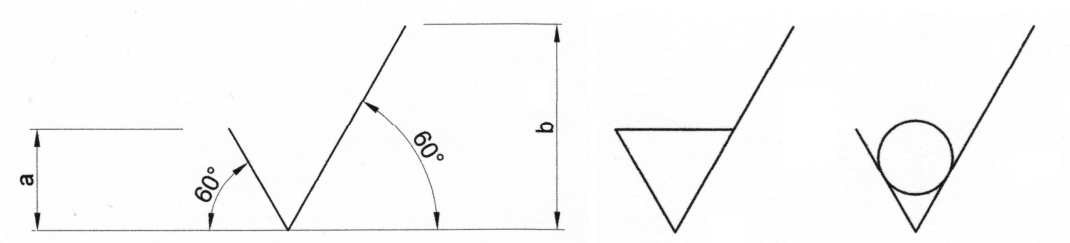



**Fig.149. Rugozitatea exprimată prin parametrul $R_z$**

Rugozitatea se înscrie pe desen cu ajutorul unui semn special (**Fig.150**). Înălţimea braţului din stânga (a) trebuie să fie de cel puţin 1,5 ori înălţimea cu care este scrisă o cotă pe desen, iar braţul din dreapta (b) va avea înălţime dublă faţă de acesta. Simbolul poate fi notat cu o linie orizontală, caz în care se exprimă de fapt că rugozitatea notată va fi realizată prin îndepărtare de material.

Dacă semnul poartă un cerc acest lucru semnifică faptul că se interzice îndepărtarea de material de pe piesă.



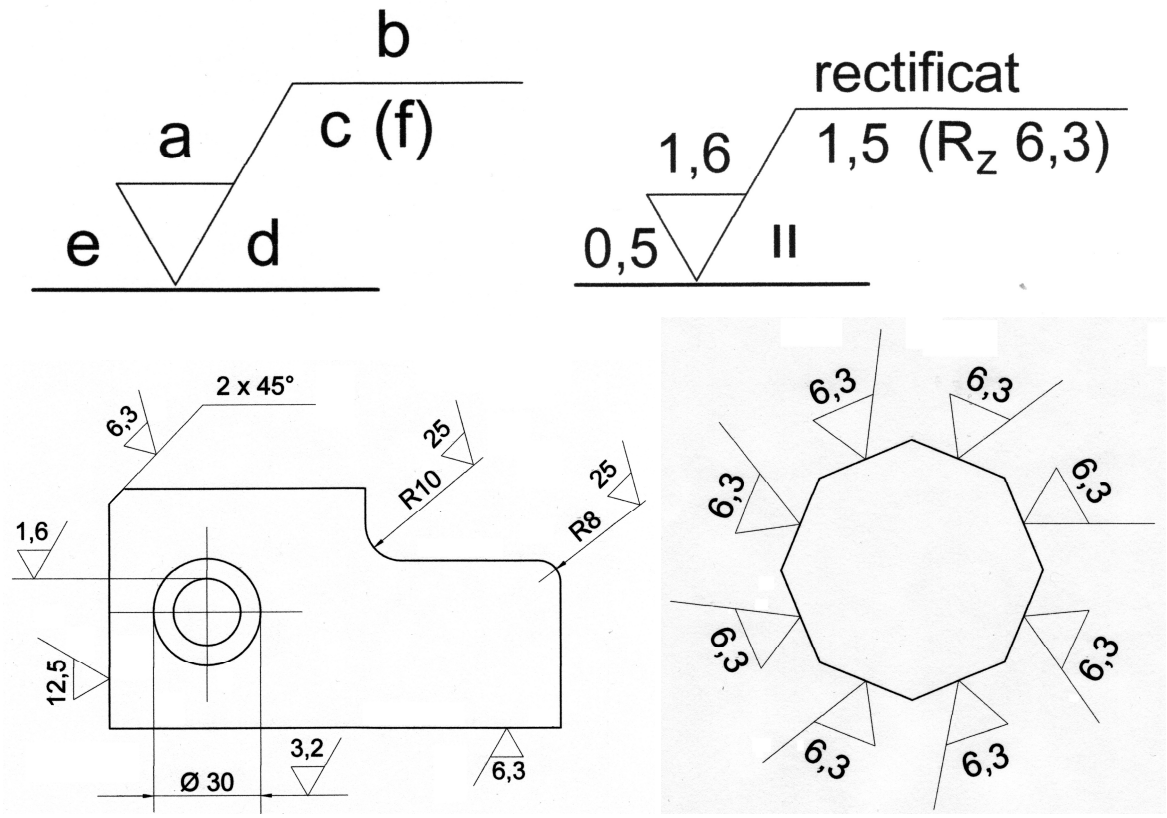



**Fig.150. Notarea rugozităţii**

Pe simbolul rugozităţii se pot da şi alte informaţii cum ar fi:

- a – valoarea numerică a parametrului $R_a$ exprimat în micrometri [μm];
- b – procedeu tehnologic, tratament termic, acoperiri etc.;
- c – valoarea numerică a lungimii de referinţă de exprimare a rugozităţii;
- d – simbolul orientării asperităţilor (paralel, perpendicular, circular etc.);
- e – adaosul de prelucrare;
- f – valoarea numerică a altor parametri de rugozitate (de exemplu, parametrul $R_z$, adică înălţimea medie a asperităţilor în 10 puncte).

Simbolul se pune pe desen direct pe suprafaţa la care se referă, sau pe linii ajutătoare sau chiar pe liniile de indicaţie (a teşiturilor, razelor de racordare etc.). Semnul de rugozitate se plasează pe suprafeţele înclinate astfel încât valoarea rugozităţii să poată fi citită similar cum se citesc cotele pe liniile de cotă.

## *Acoperirea suprafeţelor*

În unele cazuri suprafeţele pieselor obţinute prin diferite procedee tehnologice trebuiesc protejate prin acoperire. Se pot utiliza diverse tipuri de acoperiri de protecţie, de la simpla vopsire până la acoperirile galvanice sau electrochimice. Pentru aplicarea vopsirii se va specifica în desenul de execuţie sub forma unei note acest lucru indicându-se atât tipul sau marca vopselei cât şi culoarea sau codul de culoare.

Pentru acoperirea prin vopsire a suprafeţelor piesei cu vopsea de tip email alchidic de culoare argintie se va trece pe desen următoarele indicaţii:

*Se va vopsi cu email alchidic semilucios, E5100, culoare argintie*

Pentru acoperirile suprafeţelor metalice, adică oţel (OL), fontă (Fo), aluminiu (A), pe lângă procedeul vopsirii se poate recurge şi la alte tipuri de protecţie. Întâlnim acoperiri electrochimice (AE), chimice (ACh), termice (AT), metalizări (AM), placări (AP), vaporizare în vid (AV), amalgamare (AH) şi

altele. Ca material acoperitor vom putea recurge la aluminiu (Al), cadmiu (Cd), cupru (Cu), crom (Cr), fier (Fe), nichel (Ni), oxid (Ox), oxid de fier (Bru), staniu (Sn), zinc (Zn) şi altele.

Aspectul final al suprafeţei protejate prin acoperire poate fi mat, adică fără luciu (FL), semilucios (SL), lucios (LL) sau cu luciu oglindă (LO). Grosimea stratului de acoperire poate fi de 0,3...0,5...0,8...1...1,2...2...3...5 sau mai mulţi micrometri (maximum 60µm).

După acoperire, suprafaţa piesei poate fi supusă şi la alte tratamente suplimentare cum ar fi: fosfatarea (Fos), pasivizarea (Pas), compactizarea (Com), colorarea (Col) şi altele. Toate aceste amănunte vor fi specificate prin modul de notare pe desenul de execuţie a piesei respective.

Spre exemplu o acoperire electrochimică pe oţel cu strat de cadmiu, cu grosimea de 10µm cu aspect lucios-oglindă, urmat de colorare se notează astfel:

*AE / OL / Cd10 / LO / Col*

O acoperire chimică pe oţel cu oxizi de fier (brunare) fără indicarea grosimii stratului de acoperire, se notează astfel:

*ACh / OL / Bru*

## *Desenul de ansamblu*

Desenul de ansamblu ne prezintă, cu ajutorul vederilor şi secţiunilor, forma, mărimea şi poziţia fiecărui element component al viitorului produs. Pe desenul de ansamblu, de regulă, se dau următoarele cote:

- dimensiuni de gabarit;
- dimensiuni principale;
- dimensiuni de legătură cu piese sau subansambluri învecinate;
- dimensiuni funcţionale şi jocuri maxime admise;
- dimensiuni nominale şi abateri limită pentru principalele ajustaje;
- dimensiuni care se realizează în faza de montaj;
- alte dimensiuni necesare operaţiilor demontaj.

Piesele care fac parte din ansambluri învecinate se reprezintă cu linie-două puncte subţire doar sub formă de contur, fără să fie haşurate şi se vor identifica prin poziţionare sau prin denumire (**Fig.151**).

Dacă este necesară o reprezentare mai clară a unor elemente acoperite, se admite ca piesele care acoperă o porţiune de desen să fie considerate în mod convenţionale, îndepărtate, caz în care deasupra proiecţiei în care elementele apar ca îndepărtate să se menţioneze acest lucru. De exemplu, dacă maneta 5 ar acoperii o parte din vederea de sus, atunci am putea-o considera demontată, iar deasupra proiecţiei de sus am adăuga un text: "Maneta îndepărtată" sau "Poz. 5 îndepărtată". Acest lucru ar permite o proiecţie de sus a ansamblului mai clară. Îndepărtarea unui reper de pe un ansamblu în scopul măririi claritǎţii reprezentării se poate face şi prin secţionarea porţiunii de sub reperul îndepărtat.

Numerele de poziţie se înscriu pe desen în ordine numerică crescătoare (în sens orar sau în sens trigonometric) pentru fiecare proiecţie în parte, însă numai într-un singur sens pe aceleaşi desen de ansamblu. Pentru estetica reprezentării se recomandă ca aceste numere de poziţie să fie înscrise paralel cu proiecţiile desenului.

Numerele de poziţie vor scrise cu cifre boldite a căror înălţime vor fi de 2,5... 3 ori mai mari decât a cotelor utilizate pe desen, astfel încât să fie foarte vizibile.

Un număr de poziţie va fi dat o singură dată reperului respectiv şi anume pe proiecţia unde el se distinge cel mai bine. Se admite ca numărul de poziţie să fie scris de mai multe ori, în eventualitatea că desenul are mai multe planşe, dar în acest caz cota respectivă se va pune între paranteze rotunde.

La poziţionarea elementelor unui ansamblu linia de indicaţie se va termina cu un punct îngroşat plasat în interiorul conturului fiecărui element. În cazul în care ar putea apărea confuzii (suprafeţe înnegrite, piese mici) punctul se va înlocui cu o săgeată îndreptată spre elementul respectiv (vezi poz.2).

Se admite trasarea unei singure linii de indicaţie pentru grupe de organe de asamblare de tipul şurub-şaibă (vezi poz. 6,7), caz în care între numerele de poziţie se va pune virgulă.

Liniile de indicaţie se trasează înclinat astfel încât să nu se confunde cu linii de contur, axe, linii ajutătoare sau linii de haşură. De asemenea se va căuta ca, pe cât posibil, aceste linii de indicaţie să nu se intersecteze cu liniile de cotă şi nici cu liniile ajutătoare. Ele nu vor fi sistematic paralele între ele, pentru a se evita confuziile. Este admis ca linia de indicaţie să fie frântă o singură dată. Nu se admite ca liniile de indicaţie să se intersecteze între ele.

După poziţionarea elementelor componente ale ansamblului se va trece la completarea "Tabelului de componenţă" cu toate datele impuse. Tabelul de componenţă se va plasa deasupra indicatorului iar dacă ansamblul conţine mai multe repere şi indicatorul va ocupa tot spaţiul până sus la chenarul formatului, atunci el se va continua la stânga indicatorului, la o distanţă de 10 mm de el, repetând capul de tabel. În ultimă instanţă dacă tabelul nu încape pe formatul de desen se poate recurge la un tabel desenat separat pe unul sau mai multe formate A4.

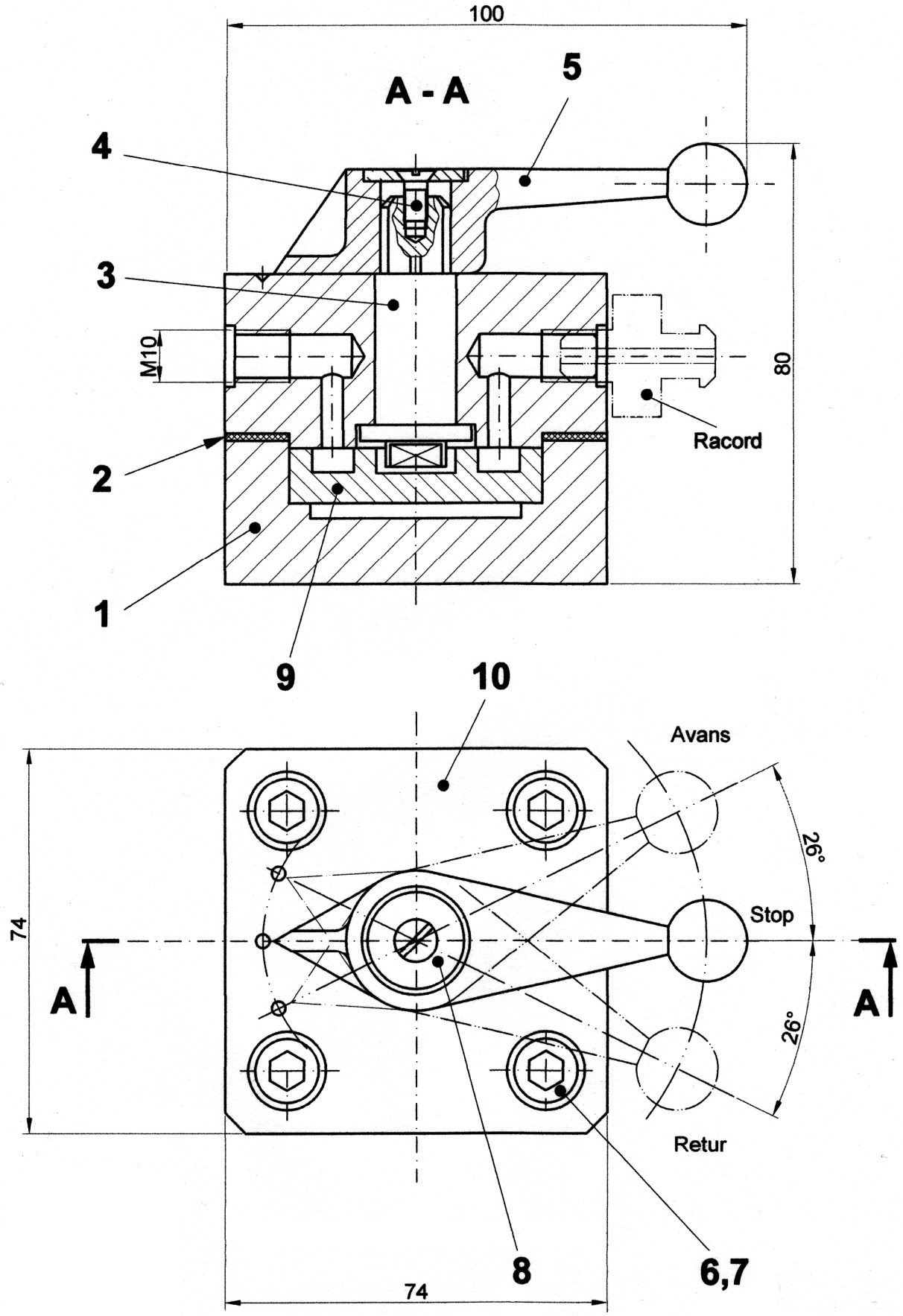
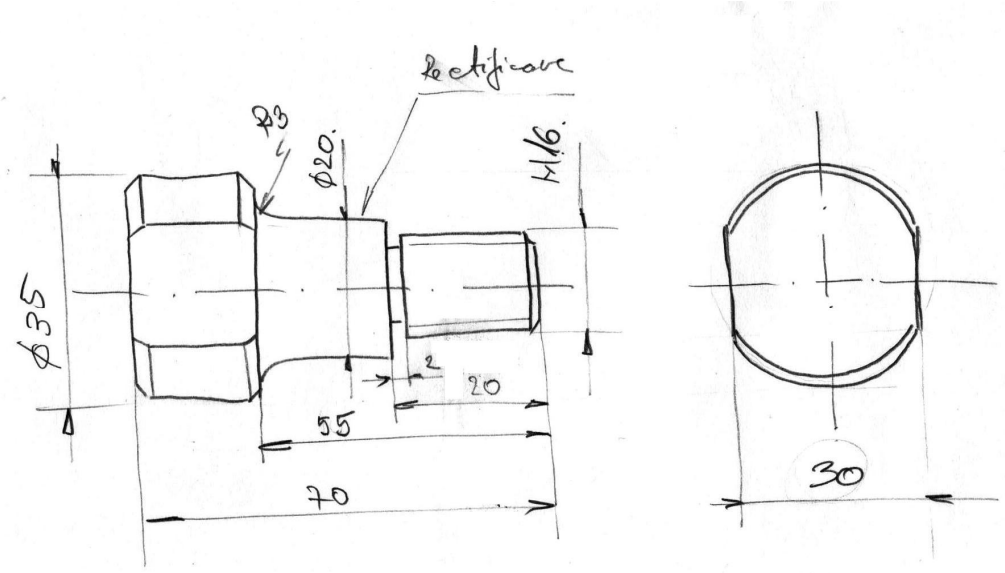
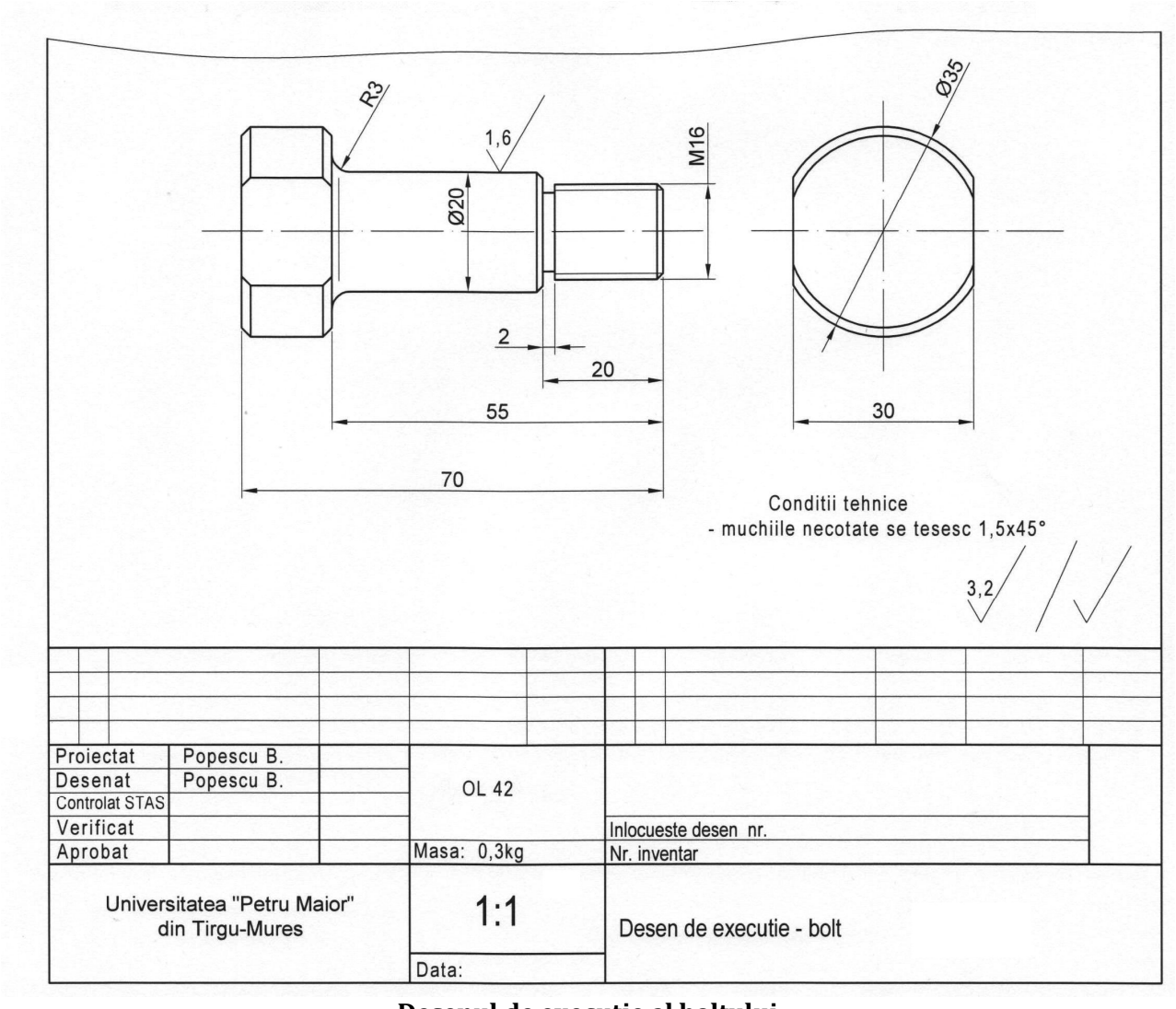



**Fig.151. Desenul de ansamblu al unui distribuitor pneumatic**

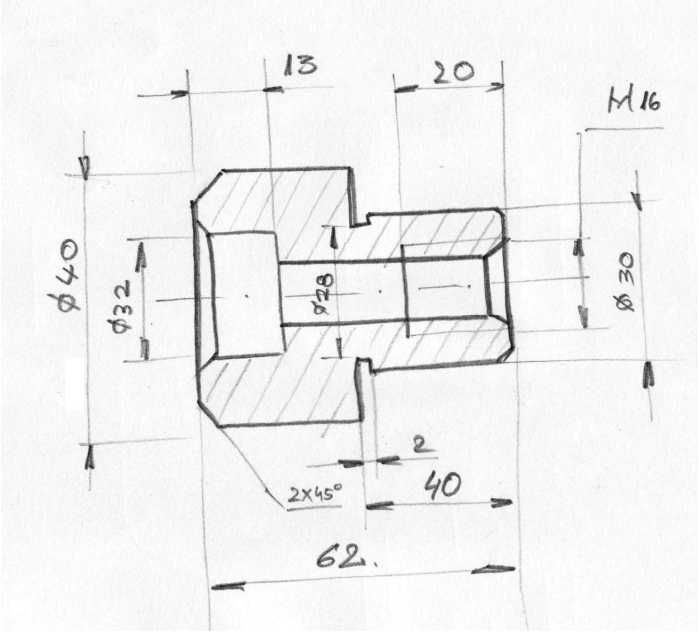
# ANEXE



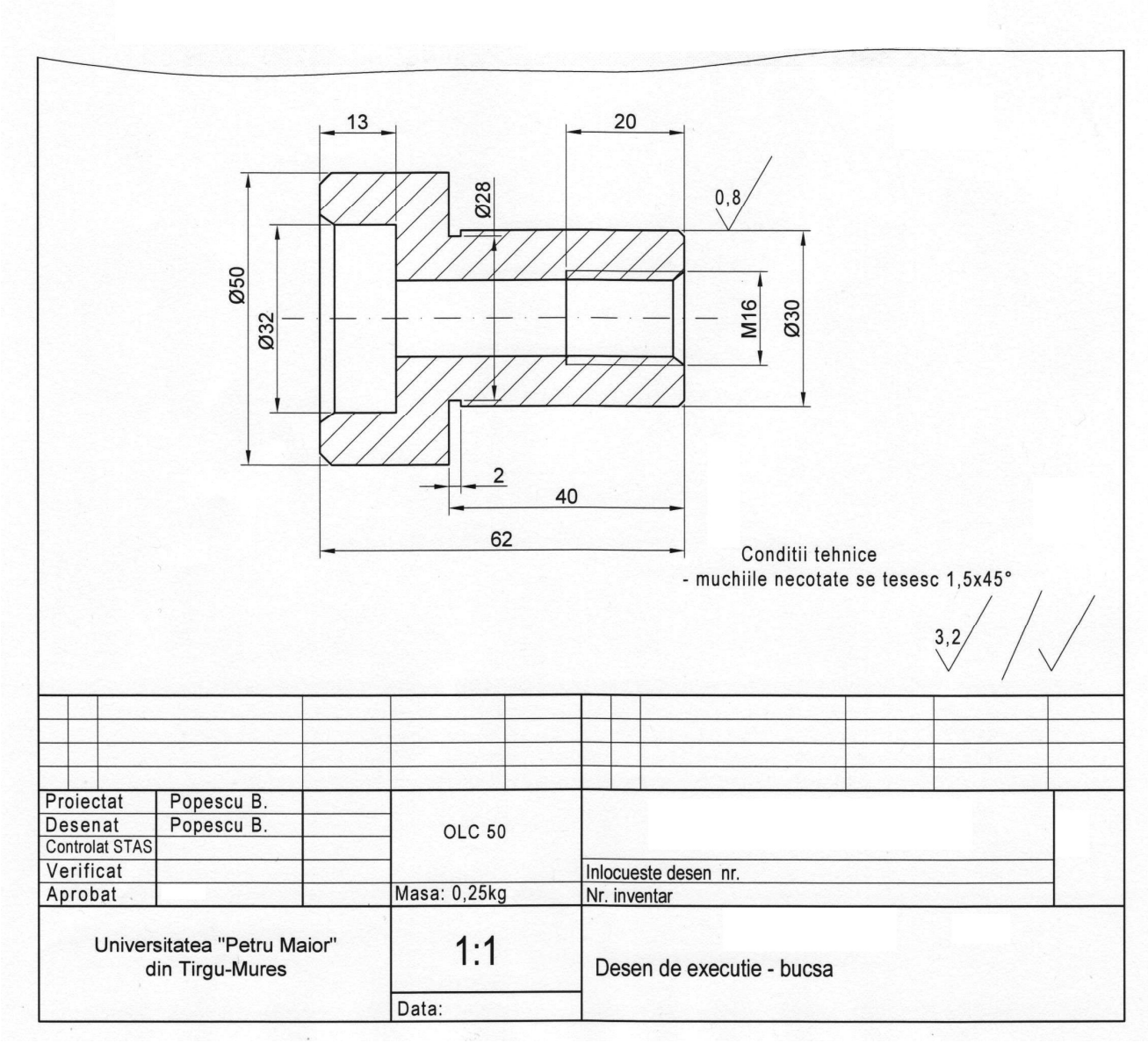

**Schița unei piese de tip bolț**



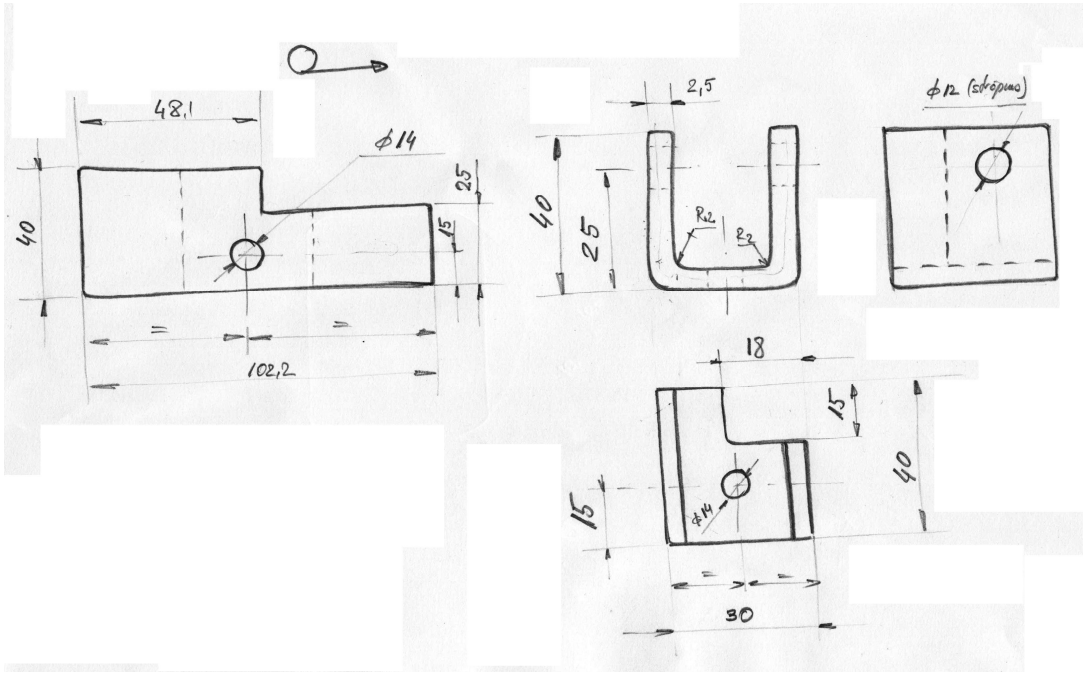

**Desenul de execuție al bolțului**



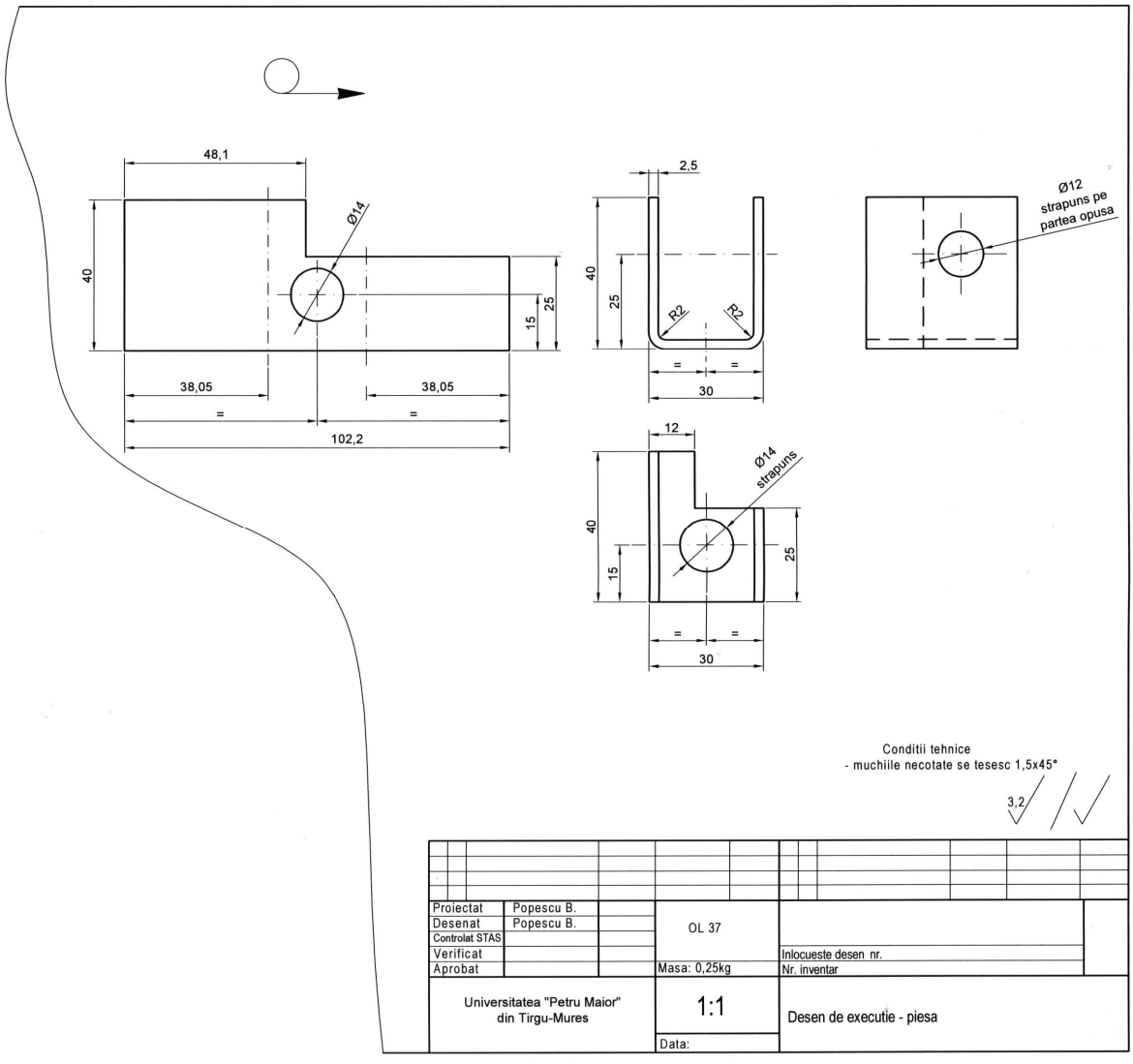

**Schița unei piese de tip bucșă**



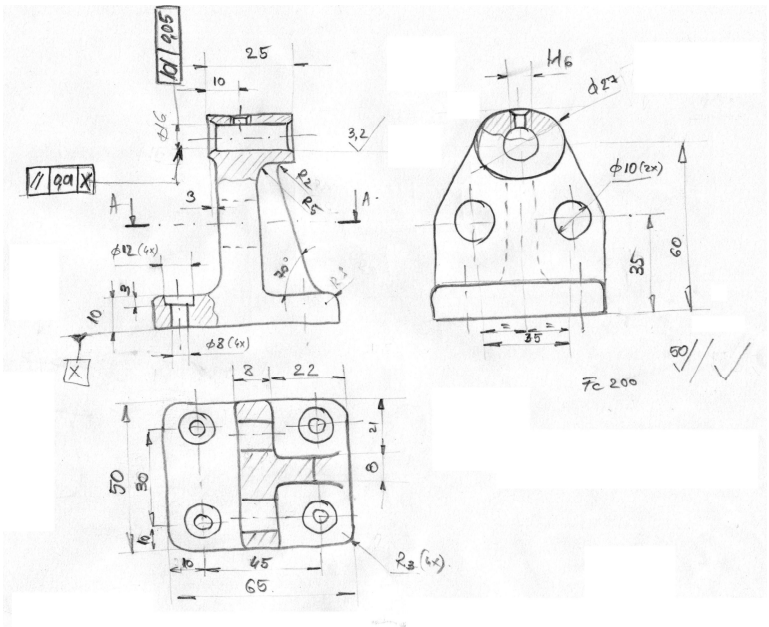

**Desenul de execuție al bucșei**



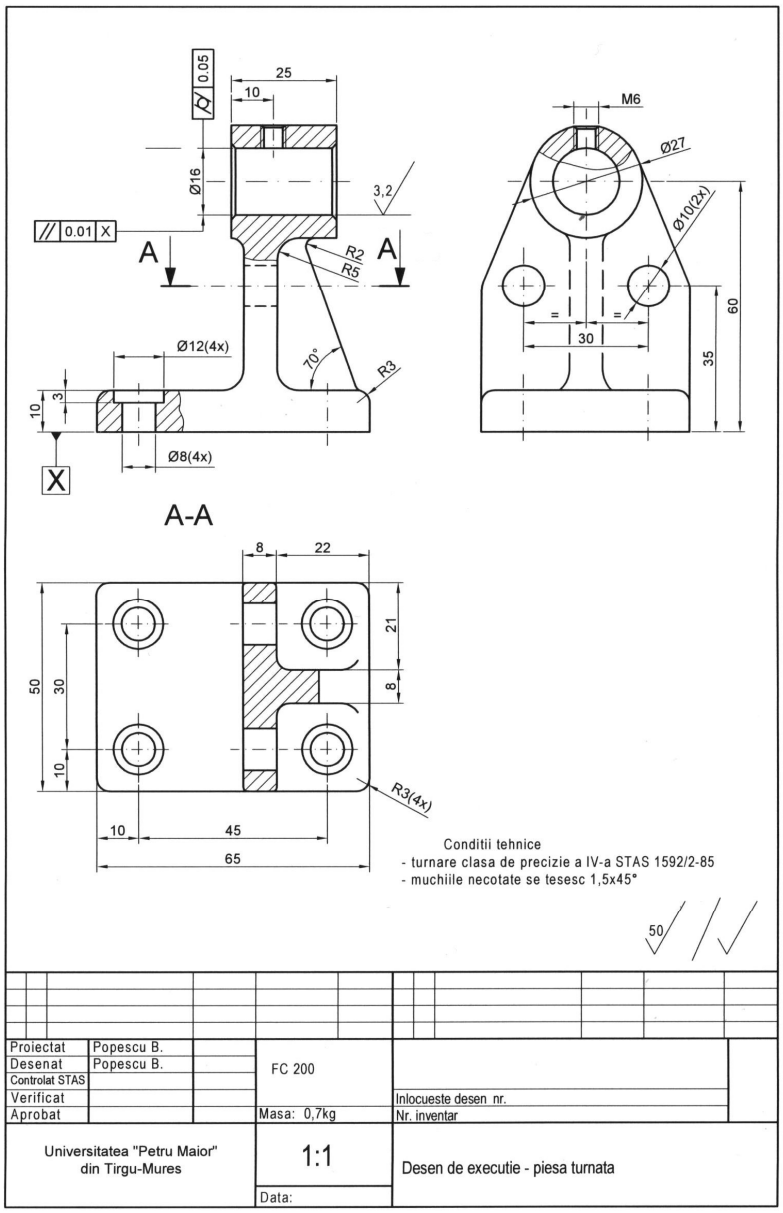

**Schiţa unei piese din tablă**



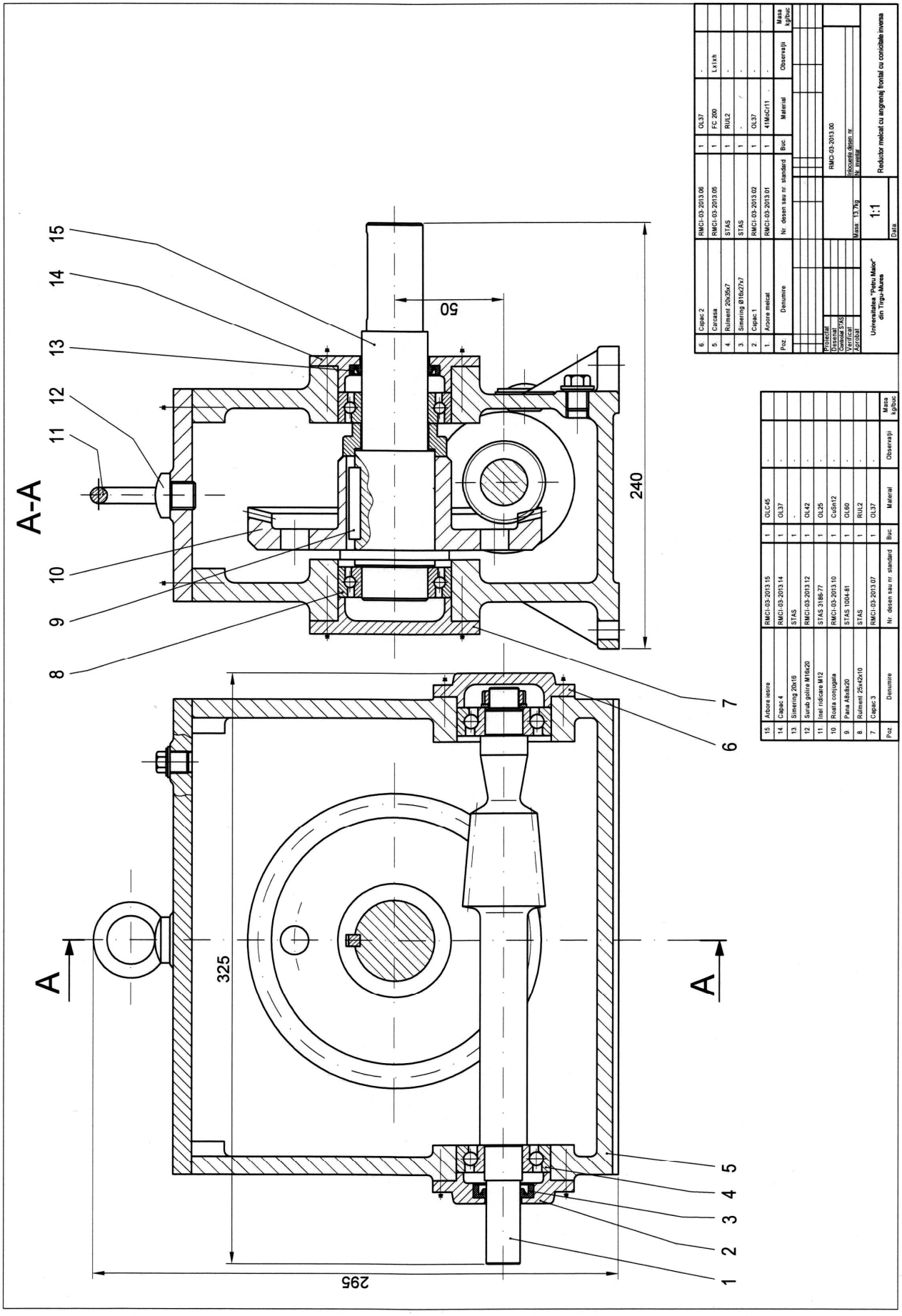

**Desenul de execuţie al piesei de tablă**



**Schiţa unei piese turnate**




**Desenul de execuţie al piesei turnate**




**Desenul de ansamblu**